This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
B 5 034 729

BIOLOGY
LIBRARY
G

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

DESZENDENZ

UND

PATHOLOGIE.

Digitized by Google

Digitized by Google

DESZENDENZ

UND

PATHOLOGIE.

VERGLEICHEND-BIOLOGISCHE STUDIEN
UND GEDANKEN

VON

D VON HANSEMANN.

BERLIN 1909.
VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.
NW. UNTER DEN LINDEN 68.

Digitized by Google

QL701
H32
BIOLOGY
LIBRARY
G

Alle Rechte vorbehalten!

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Vorwort.

Der Kampf um die Darwinsche Theorie und um die ganze Deszendenzlehre ist in neuester Zeit wiederum aufs lebhafteste entbrannt und hat den Rahmen der Wissenschaft bei weitem überschritten. Es ist ein modernes Zeichen dieser Richtung, dass durch zahlreiche populäre Schriften auf die Massen zu wirken versucht wird. Hierdurch veranlasst, glauben aber auch viele auf diesem Gebiete ein selbständiges Urteil zu haben, die in Wirklichkeit, wie die Philosophen und Theologen, nur oberflächlich in die Naturwissenschaft hineingeschaut haben und deswegen als Laien betrachtet werden müssen. Diese mischen sich deshalb nicht bloss in den Streit, sondern es wird dadurch eine Art von Volksabstimmung herbeigeführt, die zur Klärung der wissenschaftlichen Fragen selbstverständlich nicht das geringste beisteuern kann. Die Popularisierung der Deszendenzwissenschaft, so nützlich sie vielfach in der ersten Zeit nach Darwin sein mochte, ist dadurch heutzutage geradezu zu einer Kalamität geworden. Absolute Anhänger der Darwinschen Lehre gibt es wohl heute in Wirklichkeit nicht mehr. Es ist das ja auch ganz natürlich, dass eine Lehre weiter ausgebildet wird, und wissenschaftliche Kritik an einer solchen zu üben, ist nicht nur zulässig, sondern auch im höchsten Grade nützlich zur Förderung der Wahrheit. Wenn aber einige glauben, dass die Darwinsche Lehre als ein anerkannter Irrtum gänzlich erledigt sei, und sie sich sogar nicht enthalten, dieselbe nicht nur wissenschaftlich, sondern, wenn man so sagen darf, auch moralisch zu diskreditieren, so geschieht damit nicht nur den Tatsachen unrecht, sondern auch dem Andenken des grossen Meisters, der selbst in seiner Bescheidenheit weit davon

437755

Digitized by Google

entfernt war, seine Forschungen als Dogmen und seine Theorien als unumstössliche Wahrheiten zu preisen. Sagt er doch in der „Abstammung des Menschen", Bd. II, S. 339: „Viele der Ansichten, welche vorgebracht worden sind, sind äusserst spekulative, und einige werden sich ohne Zweifel als irrig herausstellen. Ich habe aber in jedem einzelnen Falle die Gründe mitgeteilt, welche mich bestimmt haben, eher der einen Ansicht als einer anderen zu folgen. Unrichtige Tatsachen sind dem Fortschritte der Wissenschaft im hohen Grade schädlich, denn sie bleiben häufig lange bestehen, aber falsche Ansichten tun, wenn sie durch einige Beweise unterstützt sind, wenig Schaden, da jedermann ein heilsames Vergnügen daran findet, ihre Irrigkeit nachzuweisen, und wenn dies geschehen ist, so ist unser Weg zum Irrtum hin verschlossen und gleichzeitig der Weg zur Wahrheit wieder geöffnet." Auch Weismann, dem wir, wenn auch vielleicht nicht eine richtige, so doch sicher eine der anregendsten Theorien verdanken, die auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte geschaffen worden sind, drückt sich ähnlich aus, indem er sagt: „Auch der Irrtum, sofern er nur auf richtigen Schlüssen beruht, muss zur Wahrheit führen." Weismann hat hier unzweifelhaft dasselbe gemeint, was Darwin ausspricht, aber sein Ausdruck ist doch nicht ganz zutreffend, denn Irrtümer können schliesslich durch richtige Schlüsse nicht zustande kommen. Er meint offenbar solche Schlüsse, die man für richtig hält, und will damit ausdrücken, dass ehrliche wissenschaftliche Arbeit niemals verloren ist, selbst wenn die Resultate sich später als unrichtig erweisen.

Man hat der Darwinschen Lehre von jeher vom ethischen Standpunkt aus zwei Vorwürfe gemacht, und deshalb ist sie vielfach in der Oeffentlichkeit von denjenigen, die die Macht dazu hatten, unterdrückt worden. Deshalb war es und ist es zum grössten Teil heute noch verpönt, in den Schulen von Darwins Lehre zu reden. Aus demselben Grunde ist sie der Orthodoxie ein Greuel. Man hat dieser Lehre vorgeworfen, dass sie zu demokratischen Anschauungen führe, und dass sie die Religion untergrabe.

Die erstere Anschauung ist so unsinnig, dass sie nur von solchen verbreitet werden kann, die die Darwinsche Lehre gar-

Digitized by Google

nicht kennen. Es braucht auch, wer daran zweifeln sollte, nur auf die Ausführungen Darwins in der „Abstammung des Menschen", Bd. I, S. 147ff. hingewiesen zu werden. Hier tritt Darwin für die Nützlichkeit des Kapitalismus im Kampf ums Dasein ein und setzt auseinander, dass, ohne eine Anhäufung von Kapital bei einzelnen, der Kampf vermindert und daher die Fortschritte geringer sein würden. Diese seine Anschauung begründet er ausführlich, so dass es sich nicht um einen leicht hingeschriebenen Satz handelt, sondern um eine Grundanschauung seiner Lehre.

Was die Religion betrifft, so halte ich es für einen grossen Fehler, dass dieselbe, wie es auch immer sein mag, mit der Deszendenzlehre verquickt worden ist. Sowohl diejenigen haben unrecht, die vom Standpunkt der Religion aus die Deszendenzlehre verwerfen zu müssen glauben, als auch diejenigen, die vom Standpunkte der Deszendenzlehre die Religion bekämpfen. So sehr ich Haeckel als Naturforscher hochstelle, so sehr bedauere ich seine radikale Stellungnahme gegenüber religiösen Lehren. Der Sache, der er damit nützen wollte, hat er zweifellos unendlichen Schaden zugefügt. Denn es ist eine ganz allgemeine Lehre, dass durch Uebertreibung die Opposition viel gewaltiger angeregt wird, als durch Konzessionen. Je mehr Druck ausgeübt wird, desto mehr Gegendruck findet statt.

Die Religion und speziell das religiöse Dogma, der religiöse Glauben sollten überall von der Wissenschaft vollständig getrennt behandelt werden. Es gibt Menschen, die des religiösen Glaubens nicht bedürfen und doch moralisch gut und edel sein können. Es gibt solche, die sich schutzlos fühlen und es als eine Entbehrung empfinden, wenn ihnen der religiöse Glaube genommen wird, und es gibt andere, die ohne einen solchen moralischen Schutz glücklich und befriedigt zu sein vermögen. Die Schwachen, die der Religion bedürfen, ihrer Religion berauben zu wollen, ohne dass man imstande ist, ihnen ein Aequivalent dafür zu geben, ist sicherlich nicht zu billigen, und deshalb kann ich Haeckel auf diesem Gebiete nicht folgen. Ich bin hier nicht verpflichtet, meinerseits ein Glaubensbekenntnis abzulegen. Es ist für die Betrachtung der Sache ganz gleichgültig, ob ich persönlich zu der einen oder anderen Gruppe gehöre, aber ich halte es für unberechtigt, die einen oder

Digitized by Google

die anderen wegen ihrer Stellungnahme zum religiösen Glauben zu verwerfen oder zu tadeln. Nur diejenigen sind zu verachten, die ihren Unglauben dazu benutzen, um ihr Gewissen bei unedlen Taten zu beruhigen, oder die unter dem Deckmantel der Frömmigkeit schlecht und unmoralisch sind.

Mit der Wissenschaft aber hat das alles garnichts zu tun und speziell nicht mit der Deszendenzlehre, denn wenn die Deszendenzlehre definitiv als Wahrheit anerkannt ist, so müsste es um einen religiösen Glauben schlecht bestellt sein, der so wenig anpassungsfähig ist, dass er eine Wahrheit verwerfen zu müssen glaubt, um überhaupt noch weiter bestehen zu können.

Die Deszendenztheorie ist vielfach vom ethischen Standpunkt aus behandelt worden. Besonders hat Rolph[1]) sich in ausgezeichneter Weise mit diesem Thema beschäftigt. Schon vor ihm ist es oft ausgesprochen worden, dass es die Pflicht des moralischen Menschen sei, durch sein Leben die dauernde Erhaltung und die fortschreitende Verbesserung des Menschengeschlechts und des menschlichen Loses herbeizuführen[2]), und es gipfelt diese Anschauung in einem schönen Ausspruche Kandts[3]), dass moralisch alles sei, was zur Erhaltung der Art beiträgt, unmoralisch aber, was der Erhaltung der Art zuwider läuft. In diesem einfachen und, wie ich glaube, gerade die Deszendenztheorie berücksichtigenden Ausspruch liegt Ethik und Moral, Nächstenliebe und Altruismus, sowie auch Religion und religiöser Glaube des Menschen begründet.

Man könnte fragen, was mich persönlich als Pathologen berechtigt, in diese Fragen der Deszendenz aktiv einzugreifen. Merkwürdigerweise haben sich bisher Pathologen mit diesem Gebiete nur wenig beschäftigt. Es liegen zwar einige bemerkenswerte Aeusserungen von Virchow, von E. Ziegler, von Bollinger u. a. vor, aber eine eingehendere Beschäftigung mit dieser Materie haben die Pathologen bisher nicht bekundet. Vielmehr sind die Fragen von Zoologen, Physiologen, Paläontologen, Botanikern, von Philosophen, Anthropologen und Theologen behandelt. Gerade

1) Biologische Probleme. 2. Aufl. Leipzig 1884.

2) Miss Burington, Modern atheism and Mr. Mallock, 19. Century. Dezember 1879.

3) Empfindsame Reise an den Nil.

Digitized by Google

aber den Pathologen muss das Recht zuerkannt werden, ein Urteil über diese Fragen zu gewinnen, sind sie es doch gerade, die sich mehr als irgend ein anderer mit dem Menschen selbst beschäftigen. Alle naturwissenschaftlichen Forschungen gehen vom Menschen aus und führen in letzter Linie zu ihm zurück. Sie dienen dazu, seine Existenz, sein Wesen und seine Entstehung zu ergründen, sie dienen dazu, seine Kräfte im Kampf mit der Natur zu stärken, seine Art zu erhalten, sie sind also im ausgezeichnetsten Sinne moralisch. Die Erkenntnis, dass der Mensch nur ein Teil des Lebens auf der Erde überhaupt ist, führte zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. Selbst die Wege der Zoologie, der Botanik und der Paläontologie würden schliesslich an Bedeutung verlieren und im Sande verlaufen, wenn sie nicht auf den Menschen zurückführten. Das dauernde und allgemeine Interesse an diesen Wissenschaften wird ausschliesslich dadurch unterhalten. Das ist der Ausdruck des gesunden Egoismus, der dem Menschen wie allen Lebewesen eigen ist und eigen sein muss. Aber von allen Lebewesen ist der Mensch allein imstande, diesen notwendigen Egoismus zur Geltung zu bringen. Jede Erkenntnis, ja selbst jeder Genuss hat nur einen Wert, wenn der Mensch dadurch gefördert wird. Selbst Naturschönheiten und sinnliche Genüsse verlieren ihre Wirkung, wenn sie nicht durch Kampf zugänglich werden und dadurch den Menschen stärken. Der Mensch ist, wie jedes Lebewesen, eine Kampfnatur, und dieser Kampf erhält ihn. Einzelwesen, Familien, Staaten, Rassen, Arten gehen zu grunde, wenn sie aufhören zu kämpfen, wenn ihnen die Existenz- und Genussbedingungen von selbst in den Schoss fallen. Also auch dieser Kampf ist moralisch.

Die Pathologie aber zeigt uns den Menschen in seinem Kampf mit der Umgebung in ausdrucksvollerer Weise als irgend eine andere Wissenschaft, und deshalb halte ich gerade die Pathologie für ganz besonders berechtigt, auf diesem Gebiete das Wort zu ergreifen.

Die folgenden Zeilen sind bestimmt für solche, die in der Deszendenzlehre zu Hause sind, die aber erfahrungsgemäss von pathologischen Prozessen keine eingehende Kenntnis haben, und auch für solche, die die Pathologie beherrschen, bei denen aber nur eine geringe Kenntnis der für die Deszendenzlehre in Betracht

Digitized by Google

kommenden anderen Wissenschaften vorausgesetzt werden kann. Es war deswegen notwendig, manche Tatsachen anzuführen und zu wiederholen, die der einen Gruppe wohl geläufig sind, aber nicht der anderen. Deswegen wird jeder, der diese Blätter zur Hand nimmt, vieles finden, was ihm längst bekannt ist und dessen Anführung ihm vielleicht als überflüssig erscheint. Diese Belastung des Textes ist indessen bei der Heterogenität der Leser, für die das Buch bestimmt sein soll, nicht zu vermeiden. Ich hoffe jedoch, jene Popularität, die ich vorher getadelt habe, vermieden zu haben, und das war in der Tat meine Absicht, denn ich bin nicht der Ansicht, dass eine so schwierige Materie, wie es die Deszendenzlehre ist, in dem jetzigen Stadium, in dem sie sich befindet, vor das Forum des breiten Publikums gehört, und dass jeder, der das Bedürfnis hat, sich selbst ein Urteil zu bilden, auch die Verpflichtung hat, in die tiefsten Tiefen der Wissenschaft einzudringen.

Berlin-Grunewald, am 12. Februar 1909,
dem 100. Geburtstag Darwins.

D. v. Hansemann.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

		Seite
Vorwort		V
1. Kapitel:	Einleitung	1
2. „	Ueber Präformation	19
3. „	Arten und Varietäten	58
4. „	Variabilität	91
5. „	Bedingungen der Konstanz	150
6. „	Altruismus	175
7. „	Zweckmässigkeit und Orthogenese	226
8. „	Lamarckismus	255
9. „	Funktionelle Anpassungen	332
10. „	Epidemien	364
11. „	Der physiologische Tod	393
12. „	Schlussbemerkungen	452
Namenregister		477
Sachregister		480

Digitized by Google

Digitized by Google

Univ. of California

1. Kapitel.

Einleitung.

Ueberblickt man die Geschichte des Darwinismus, so kann man in demselben mehrere Perioden unterscheiden. Nach einer kurzen Zeit der Latenz entwickelte sich eine stürmische Begeisterung, die alle naturwissenschaftlich denkenden Menschen ergriff und viele derselben so mit sich fortriss, dass sie zweifellos weit über das Ziel hinausschossen. Diese letzteren haben dem Darwinismus nicht unwesentlich geschadet, und die Opposition Virchows z. B. richtete sich mehr gegen Carl Vogt, Haeckel u. a. als gegen Darwin selbst, dessen vorsichtige Bescheidenheit fast jeden Einwurf, der sich gegen seine Anschauungen erheben liess, schon selbst anführte, und wenn möglich zu widerlegen suchte. Darauf folgte dann eine dritte Periode, die man als eine Zeit der Reaktion auffassen kann und die noch anhält, ja, wenn nicht alles trügt, noch im Zunehmen begriffen ist. Aber diese Reaktion bekämpft nicht allein die Darwinsche Lehre, sondern sie ist gegen die extremen mechanistischen Anschauungen des vorigen Jahrhunderts im allgemeinen gerichtet. Es ist ja psychologisch verständlich, dass, als man die ungeheuren Erfolge physikalischer Methoden auch in den biologischen Wissenschaften sah, man die Anschauung gewann, es würde nun in Kürze alles in mehr oder weniger grob mechanischer Weise zu erklären sein. Als sich nach und nach herausstellte, dass Bestrebungen, wie die Einführung der Mechanik in die Anatomie von Meyer, die Rückführung der embryonalen Entwicklung auf Druck- und Zugwirkung von His, die Anschauung der Physiologen im allgemeinen über Diosmose

Digitized by Google

und vieles andere zweifellos für die Wissenschaft von grosser Bedeutung, aber bei weitem nicht imstande waren, die Feinheiten der biologischen Vorgänge zu erklären, da gab es viele, die nicht bloss die bisherigen Erklärungsversuche für unzulänglich hielten, sondern die wieder vollständig in das Gegenteil umschlugen und glaubten, dass überhaupt das Leben und die Lebenserscheinungen nicht durch physikalisch-chemische Vorgänge erschöpfend erklärt werden könnten. So entstand die Gruppe der Neovitalisten, deren extremste Anhänger in einer solchen Weise an die alte Naturphilosophie anknüpften, dass eigentlich eine Grenze zwischen den alten Vitalisten und Neovitalisten nicht gezogen werden kann, vor allen Dingen auch deswegen nicht, weil der Faden des Vitalismus durch diese ganze Zeit der mechanistischen Naturbetrachtung langsam weiter gesponnen wurde und niemals ganz abriss. Das ist vielfach anerkannt und hervorgehoben worden. Schopenhauer betrachtet den Willen als den letzten Grund der Erscheinungen. Eduard von Hartmanns Philosophie des Unbewussten, bei ihrem Erscheinen von mancher Seite mit Enthusiasmus begrüsst, im allgemeinen aber von den Naturwissenschaftlern mehr verspottet als ernstlich diskutiert, kommt neuerdings in steigendem Masse wieder zur Geltung. Nachdem Bunge die Zellseele erfunden hatte, und selbst Männer wie Bütschli sich dahin ausgesprochen hatten, dass das Psychische nicht physisch zu erklären sei, und Rolph sich nicht frei von vitalistischen Anschauungen zeigte, da war es gewiss berechtigt, wenn Männer wie du Bois-Reymond vor dieser neu aufblühenden Richtung warnten und zum Kampfe gegen dieselbe anspornten. Wenn diese Neovitalisten im Anfang auch auf Tatsachen basierend vorgingen, wie z. B. Driesch, so müssen doch schon solche Ausdrücke, wie sie Driesch gebraucht, energisch zurückgewiesen werden. Er sagt nämlich[1]): „Der Darwinismus gehört der Geschichte an, wie das andere Kuriosum unseres Jahrhunderts, die Hegelsche Philosophie; beide sind Varianten über das Thema: ‚Wie man eine ganze Generation an der Nase führt' und nicht gerade geeignet, unser scheidendes Säkulum in den Augen künftiger Geschlechter besonders zu heben".

1) Biolog. Zentralblatt. Bd. 15. S. 355.

Digitized by Google

Selbst durch die bekannte Rede am Schlusse des vorigen Jahrhunderts von O. Hertwig[1]), der selbst die wichtigsten Tatsachen auf biologischem Gebiete entdeckt hat, weht ein neovitalistischer Hauch. Gemässigte Vitalisten sind Rindfleisch und G. Wolff, welch letzterer sich aber in seiner kleinen Schrift über Mechanismus und Vitalismus[2]), in der er sich besonders gegen Bütschli wendet, vollständig in philosophische Spitzfindigkeiten und Definitionen verliert. Trotzdem wirft er den Darwinisten das Gleiche vor, indem er sagt: „Die Entstehung, also das, was wir wissen wollen, wird vorausgesetzt, und das Sprechen in darwinistischen Wendungen ist zu einer Formalität geworden, die selbst dann nicht den geringsten Erklärungswert besässe, wenn die Selektionstheorie nicht überhaupt als völlig widerlegt betrachtet werden dürfte". Ich möchte aber fragen, ob jemand den Vitalismus dadurch für berechtigt anerkennen möchte, wenn er den Wolffschen Satz liest[3]): „Nicht also dadurch unterscheidet sich der Vitalismus, dass er auf kausale Erklärungen verzichtet, sondern dadurch, dass er für die organische Zweckmässigkeit eine kausale Auffassung verlangt, während der Mechanismus dieser gebieterischen Forderung unserer Vernunft gegenüber zu betäuben sucht". Tut das der Mechanismus wirklich? Ist das Kausalitätsbedürfnis befriedigt, wenn man bei Driesch und Noll liest, dass die Regeneration nach Verletzungen eintritt, weil der Körper diese Störung vermöge der ihm beigelegten Morphoästhesie empfindet und sie zu beseitigen sucht, indem er die Gesamtform wiederherstellt. Das ist eine deutliche Philosophie des Unbewussten. Freilich bekämpft Wolff auch die Anschauungen von Driesch. Von noch grösserer Phantasie zeugen die Werke von Reinke, und man staunt in der Tat, wie es Biologen geben kann, die so sehr ins Mystische verfallen, dass sich eine Vereinigung einer solchen Richtung mit naturwissenschaftlichen Betrachtungen psychologisch nur schwer erklären lässt. Es ist ja denkbar, dass, wenn ein Mensch sein ganzes Leben lang mit aller ihm zu Gebote stehenden Geistesgabe

1) Naturforscherversammlung, Aachen.
2) Leipzig 1905.
3) l. c. S. 30.

Digitized by Google

nach Naturerkenntnis gestrebt und geforscht hat, und er sieht nach einem langen Leben, dass ihm alles dieses über die Grundfragen des Lebens kaum einen Schritt weiter Aufklärung gebracht hat, er dann verzagt und in dieser Lebensgrundlage etwas ausserhalb der physischen Betrachtung Stehendes erblickt. Das sind die verzagten Mystiker, die zu vergleichen sind mit jenen häufig freisinnig denkenden Menschen, die am Schlusse ihres Lebens, wenn es zum Sterben geht, religiös gläubig werden. Wenn aber solche Richtungen sich in der Wissenschaft breit machen, so sind sie von ausserordentlicher Gefahr, und in Wirklichkeit sind Auswüchse der schlimmsten Art nicht ausgeblieben. Man braucht nur ein Buch zu lesen, wie das erst kürzlich von Pauly erschienene über „Darwinismus und Lamarckismus", und man wird erstaunen, welch unerhörten philosophischen Wust dieser Autor auf der Basis eines ausserordentlich dürftigen Tatsachenmaterials beibringt. Mit Worten, mit Definitionen, mit Phrasen sucht diese Richtung anzukämpfen gegen die Schlüsse und Theorien, die aus einem ungeheuren Tatsachenmaterial abgeleitet wurden. Man lese nur einen Satz, wie ihn Pauly auf S. 170 seines Buches bringt: „Durch das Gesagte wird auch deutlich, dass das Kernteilungsphänomen ein von Empfindung begleiteter Vorgang sein muss, welcher allseitig ausstrahlt". In diesem Stil ist das ganze Buch geschrieben. Bei Pauly hat alles eine Seele, die mit Bewusstsein handelt, die Zellen der Organe, die Endothelien der Blutgefässe, die verkalkten Knochenzellen, ja selbst die Federn der Vögel. Die Geduld des vernünftig denkenden Menschen wird auf eine harte Probe gestellt, und man möchte wohl einmal in gerechtem Zorn mit grober Faust dazwischen fahren, um solche Auswüchse der Vernunft mit einem Male zu zerstören. Was soll aus der Wissenschaft werden, wenn z. B. Camillo Schneider[1]), Professor der Zoologie in Wien, die Seele als vierdimensionale Potenz definiert?! Wer versteht folgenden Satz?: „Zwecken gehorchend, in denen die Bedürfnisse aktiviert erscheinen, spinnt sich die vierdimensionale Potenz (Seele) unter Zuhilfenahme der Individuation, immer inniger in die objektiv gegebene psychische Welt ein, vergrössert den Radius ihrer Be-

1) Versuch einer Begründung der Deszendenztheorie. Jena 1908.

Digitized by Google

ziehungen, gestaltet diese aus, so dass ihr das erst Fremde nach und nach geläufig und vertraut wird, und kennt dabei weder räumliche noch zeitliche Schranken; die ganze Psyche steht ihr offen, denn die Möglichkeit der Bewusstwerdung ist durch Reize unbegrenzt gegeben" usw. (S. 129). Aber so etwas macht leider Schule. Man wird unwillkürlich an den Goetheschen Satz erinnert, mit dem vor Jahren mein Vater Gustav Hansemann eine satyrische Kritik Hartmanns Philosophie des Unbewussten einleitete:

„Plagt das Alter mich, bin ich wieder ein Kind,
ich weiss nicht, ob ich oder die anderen verrückt sind."

Danach wundert man sich nicht mehr, wenn man bei Pauly Sätze liest wie den folgenden: „Es ist nach Abschluss dieser Charakteristik wohl jedem Kenner des Organischen klar, dass das Selektionsprinzip in allen seinen Formeln eine mit völliger Ignoranz des Organischen geschaffene Theorie ist." Und entschieden muss man Front machen, wenn Pauly an anderer Stelle[1]) sagt: „Rindfleisch leitet in seiner neovitalistischen Rede[2]), seine Anschauung auf die Virchowsche Vorstellung von der Autonomie des Elementarorganismus zurück. Es war also der philosophische Geist seines Schülers und Amtsnachfolgers Rindfleisch, der Virchows Auffassung wie einen Faden der Vernunft durch eine Periode des Tiefstandes naturwissenschaftlicher Philosophie bis zum Wiederansteigen philosophischen Denkens in der Naturforschung unabgerissen hindurchleitete." Wer die Virchowschen Arbeiten und den Geist, der durch dieselben wehte, nur einigermassen begriffen hat, muss wissen, dass das eine Verleumdung der Virchowschen Tätigkeit ist, die nicht energisch genug zurückgewiesen werden kann. Wenn Pauly auf S. 160 sagt: „In derselben Furcht vor dem Psychischen befangen wie die übrigen als vor etwas Mystischem verkennt auch der jüngste Gegner des Vitalismus M. Verworn dessen Wert und Sinn", so muss man dem entgegenhalten, dass von Furcht hier keine Rede sein kann, sondern nur von einem berechtigten Abscheu.

---

1) S. 152.
2) Würzburg 1888.

Digitized by Google

Die Neovitalisten sind in der Tat vollständig zur alten Naturphilosophie zurückgekehrt, wenn sie das auch selbst leugnen. Wenn es dafür noch eines besonderen Beweises bedarf, so braucht man nur Giordano Bruno[1]) zu lesen. Dieser Philosoph vertritt die Anschauung, dass jedes Ding, wenn es auch noch so klein und winzig sei, einen Teil der seelischen Substanz in sich habe, die, sobald sie einen geeigneten Träger findet, sich entwickelt, sei es in einer Pflanze, sei es in einem Tier. Es ist auch nicht das kleinste Körperchen, das nicht einen solchen Anteil davon hätte, dass es sich nicht beleben könnte.

Es besteht eine Neigung der Gegner der Deszendenzlehre und auch der Neovitalisten, umgekehrt zu verfahren, als man es vernünftigerweise tun sollte, indem man die Bedeutung der Aehnlichkeiten zwischen den Individuen herabsetzt und die Unähnlichkeiten hervorhebt. Wasmann, der vermöge seiner Stellung als Jesuitenpater sich in der Notwendigkeit befindet, die Abstammung des Menschen von den Tieren zu leugnen, ist darin wohl am weitesten gegangen, aber auch Reinke[2]) u. a. kommen immer wieder auf Unähnlichkeiten zu sprechen. So hebt dieser Autor hervor, dass vom Affengehirn zum Menschengehirn ein ungeheurer Sprung besteht, und er leugnet deswegen die Aehnlichkeit dieser beiden Gehirne. Er lehnt die Verwandtschaft zwischen Mensch und Affe lediglich von diesem einseitigen Standpunkt der Betrachtung aus ab und bedenkt dabei nicht, dass z. B. ein Gorilla sich von einem Pavian viel mehr unterscheidet als ein Mensch von einem Gorilla. Und doch trägt er nicht Bedenken, eine Verwandtschaft zwischen Gorilla und Pavian als Tatsache anzunehmen.

Es ist nicht meine Absicht, hier ausführlich den Neovitalismus zu bekämpfen oder zu widerlegen. Widerlegen lässt sich so etwas überhaupt nicht, ebenso wenig wie es sich beweisen lässt. Es ist wie die Religion Glaubenssache und steht als solche ausserhalb naturwissenschaftlicher Betrachtung. Es liegt mir nur daran, meine persönliche Stellungnahme den Neovitalisten gegenüber zu charakte-

1) Von der Ursache, dem Anfangsgrund und dem Einen. Deutsche Uebers. Jena 1906. S. 58.

2) Die Natur und wir. S. 157.

Digitized by Google

risieren, und wenn ich oben sagte, dass die rein mechanistischen, man könnte geradezu von brutal mechanistischen Anschauungen sprechen, der Feinheit des Gegenstandes nicht entsprechen und deswegen auch nicht den abschliessenden Erfolg haben konnten, den ihre Anhänger davon erwarteten, so haben wir doch darin die Vorarbeit für alle die weiteren Betrachtungen und naturwissenschaftlichen Untersuchungen zu sehen, die sich daran anschlossen und noch anschliessen werden. Und infolgedessen wäre es ganz verkehrt, wenn wir diese mechanistischen Anschauungen verächtlich zum alten Eisen werfen wollten. Wir werden vielmehr ihren Wert anerkennen als ein Fundament, auf dem der weitere Bau errichtet werden kann. Mach[1]) sagt mit Recht: „Die Physik wird also aus dem Studium des Organischen an sich noch sehr viel neue Einsicht schöpfen müssen, bevor sie auch das Organische bewältigen kann". Die Vitalisten aber bauen nichts als Luftschlösser, sie kommen mir vor wie Menschen, die mit der Wünschelrute herumlaufen, um die Seele zu finden.

Es ist natürlich nicht meine Vorstellung, dass alles durch rein physikalische und chemische Vorgänge heutzutage schon ohne Rest zu erklären sei. Das ist aber auch auf keinem Gebiete der Fall, selbst auf denjenigen nicht, bei denen wir rein mechanische Zustände für ihre Erklärung annehmen müssen, wie z. B. bei der Entstehung der Weltkörper. Aber es ist meine Meinung, dass die Möglichkeit einer solchen Erklärung angenommen werden muss, und davon gehe ich als Grundlage bei allen folgenden Betrachtungen aus, dass die physikalische Erklärung das Endziel ist, das mit all unserer Forschung erstrebt werden muss.

Der Neovitalismus als reine Glaubenssache ist unserem Begriffsvermögen entrückt und kommt demselben auch durch die besten philosophischen Wortdefinitionen und Neubildung einer Unsumme von Ausdrücken nicht näher. Ich folge der Anschauung von Helmholtz, der das Prinzip an die Spitze stellt, dass die Wissenschaft, deren Zweck es ist, die Natur zu begreifen, von der Voraussetzung ihrer Begreiflichkeit ausgehen müsse. Der Neovita-

1) Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen. Jena 1996.

Digitized by Google

lismus verzichtet von vornherein auf diese Voraussetzung und ist deshalb ebenso wenig eine Naturwissenschaft, wie die alte Naturphilosophie.

Wie sehr diese physikalische Erklärungsmöglichkeit von hervorragenden Forschern anerkannt wird, geht aus vielen älteren und neueren Aussprüchen hervor. Ich führe hier nur zwei Autoren an, nämlich erstens Nägeli[1]), der durchaus kein absoluter Anhänger der Darwinschen Lehre ist, der aber doch ausdrücklich sagt: „Die Entstehung des Organischen aus dem Unorganischen ist in erster Linie nicht eine Frage der Erfahrung und des Experiments, sondern eine aus dem Gesetze der Erhaltung der Kraft und des Stoffes folgende Tatsache." Zweitens möchte ich hier Rhumbler[2]) anführen als ausgezeichnetsten Kenner mechanischer Vorgänge in den biologischen Erscheinungen. Er sagt S. 25: „Wenn man bedenkt, dass die zellmechanischen Bestrebungen in dem vorgezeichneten Umfange durchaus jüngeren Datums sind, und dass die Zahl der auf unserem Gebiete arbeitenden, mit den nötigen physikalischen Kenntnissen ausgestatteten Forscher immer nur sehr gering war, so wird man von der Zukunft, die mehr Arbeiten nachbringen wird, erhoffen dürfen, dass auch die anderen mechanischen Leistungen anderer Zellen, die Kontraktion der Muskelzellen, die Sekretion der Drüsenzellen und dergleichen mehr, prinzipiell diejenigen aller Zellen überhaupt einer einfachen mechanischen Erklärung mit Sicherheit entgegengeführt werden." Und ferner sagt er auf S. 31: „Aus dem zweckmässigen Agieren der lebenden Substanz allein ist nicht notwendig auf ein psychisches Moment oder gar auf inhärente Substanzintelligenz zu schliessen, denn ein ganzer Hauptteil zweckmässiger Anordnung und Reaktionsfähigkeit der lebenden Substanz ist nicht ein aktives früheres oder späteres Erzeugnis des Lebens, sondern die passiv aprioristische Vorbedingung des Lebens. Zweckwidriges, Lebenswidriges konnte nicht bestehen, wird nicht organisch lebend, sondern sinkt leblos ins Anorganische zurück. Zweckmässigkeit an sich allein ist eine Bedingung für ein Kräftespiel, aber selbst keine Kräfteart."

---

1) Theorie der Abstammungslehre. München 1884.
2) Zellenmechanik und Zellenleben. Leipzig 1904.

Digitized by Google

Wenn ich nun auch nicht die Absicht habe, mich in einen Kampf mit den Vitalisten zu begeben, so gibt es doch auch unter den Nicht-Vitalisten eine Reihe von Gegnern des Darwinismus, die in neuerer Zeit immer mehr hervortreten und deren Zahl immer mehr zunimmt. Und über diese muss ich einige Worte sagen. Wenn man auf den Grund geht, warum der Darwinismus bekämpft wird, so scheint das auf drei Ursachen zurückzuführen zu sein. Der erste Grund ist der, dass die Darwinsche Theorie der natürlichen Zuchtwahl nicht die Entstehung der Variationen erklärt, dass zweitens nicht alles zweckmässig ist, was doch sein müsste, wenn alles durch Selektion zustande gekommen wäre, und dass drittens die nützlichen Eigenschaften, die vorhanden sind, im Anfang ihrer Entstehung noch keinen Selektionswert haben konnten. Auf diese drei Punkte wird man also, wenn man sich mit der Darwinschen Lehre im Lichte der modernen Wissenschaft beschäftigen will, eingehen müssen.

Ich will jedoch vorausschicken, dass vielfach, wie das auch schon Plate und andere erwähnt haben, unter der Darwinschen Lehre etwas ganz anderes verstanden wird, als Darwin selbst lehrte. Ja, ich muss eigentlich sagen, dass viele Autoren, besonders solche, die auf verwandten Gebieten, z. B. der Medizin tätig sind und sich mit dem Darwinismus nur mehr oder weniger dilettantisch beschäftigt haben, mir recht oft den Eindruck machen, als kennten sie die Werke Darwins und Lamarcks garnicht im Original, sondern lediglich aus den zahlreichen mehr oder weniger populären Uebertragungen. Liest man doch die Vorstellung, dass die Darwinsche Lehre identisch sei mit der Lehre von der Entstehung der Arten aus einfachen Anfängen, d. h. also der Deszendenztheorie. Diese bekanntlich schon vor Darwin vielfach, auch von Goethe vertretene Anschauung wurde ja von Lamarck ganz besonders ausgearbeitet. Was Darwin hinzutat, war wesentlich die Einführung des Selektionsprinzips, und wenn er nicht mit der Lamarckschen Anschauung der Vererbung erworbener Eigenschaften vollständig zu brechen wagte, so geschah das wohl nur deswegen, weil er selbst einsah, dass das Selektionsprinzip nicht alle Erscheinungen zu erklären imstande ist, und weil er selbst

Digitized by Google

naturwissenschaftlich ganz in Lamarckschen Anschauungen aufgewachsen war. Daher sah er sich genötigt, eine besondere Theorie zu erfinden, diejenige der Pangenesis, um den Einfluss äusserer Wirkungen auf den Körper und die Entstehung von Variationen zu erklären. Es ist ganz offenbar, dass Darwin hier den sicheren Boden der Tatsachen verliess und eine an das Mystische grenzende Theorie aufstellte, die deswegen auch niemals und von keiner Seite volle Anerkennung fand. Selbst in der neueren Form der Haeckelschen Perigenesis der Plastidule und der intrazellulären Pangenesis Hugo de Vries' erschien dieselbe nicht annehmbar.

In einem Aufsatz über die physiologische Zuchtwahl im weiteren Sinne schreibt Dahl[1]) in sehr zutreffender Weise: „Schält man aus den verschiedenen Deszendenztheorien dasjenige heraus, was allen gemeinsam ist, so treten zwei wichtige Sätze hervor: Alle Organismen, die wir heute vor uns sehen, haben sich aus einem oder aus wenigen Urwesen entwickelt; zweitens: die Entstehung der Arten knüpfte an die Veränderlichkeit an, welche wir auch heute noch bei organischen Formen beobachten können. Der geringste Schritt, den wir über diese beiden allgemein angenommenen Sätze hinaus weiter gehen, führt uns notwendig in eine Spezialtheorie hinein, und die Anhänger anderer Theorien stehen uns dann als Gegner gegenüber.“ Ich glaube, dass diese Worte Dahls in ausserordentlich präziser Weise wiedergeben, um was es sich handelt. Wir können in der Tat sagen, dass wir eine feste Grundlage gewonnen haben, die hier von Dahl präzisiert wird. Nur in der weiteren Ausführung beginnt die Diskussion und speziell auf dem Gebiet der Selektionslehre. Denn diese wird sogar von solchen bekämpft, die an und für sich begeisterte Anhänger Darwins sind, wie z. B. Plate, de Vries u. a. Wie denn auch z. B. Przibram sagt: „Darwins unsterbliches Verdienst ist es, der Deszendenztheorie überhaupt zum Durchbruch verholfen zu haben, seine besondere Selektionslehre jedoch ist nicht imstande, die Bildung irgend eines Organs (oder gar einer Tierart) zu erklären, weil sie stets nur das Ueberleben des Passendsten zuwege bringen, nicht aber die Anlage irgend einer Bildung veranschaulichen kann“.

1) Biolog. Zentralblatt. Bd. 26. 1906.

Digitized by Google

Bevor ich in die Materie selbst eintrete, möchte ich da noch folgendes bemerken. Es besteht eine ganz offenbare Differenz in der Betrachtungsweise der Botaniker, der Paläontologen und der Zoologen, zu welch letzteren ich hier auch in diesem Sinne die medizinischen Physiologen und Biologen rechne. Diese Differenz muss auf bestimmte Ursachen zurückzuführen sein, die in der Materie selbst gesucht werden müssen. Am leichtesten ist vielleicht die abweichende Denkungsart der Paläontologen zu erklären, denn dieselbe beschäftigt sich ja ex professu ausschliesslich mit totem Material. Sie sehen nur das Nebeneinander und das Nacheinander, und es ist deswegen verständlich, dass die Art ihres Wissens und ihres Studiums die Erkenntnis der Kontinuität des Werdens und der Veränderung mehr erschwert, als die Art des Wissens und des Studiums der Zoologen und Physiologen, die stets das lebende Objekt vor sich haben. Die Paläontologen haben daher auch eine viel grössere Neigung zum Lamarckismus, als die Zoologen, wie unter vielen anderen auch aus der Rede Kokens auf der Naturforscherversammlung 1901 hervorgeht.

Etwas schwieriger ist es, die abweichende Denkungsweise der Botaniker zu erklären, doch dürfte sich hier ebenfalls der Unterschied aus der von ihnen behandelten Materie im Vergleich mit der zoologischen herleiten lassen. Wird doch die Tatsache selbst von Botanikern unumwunden anerkannt, wie z. B. Wettstein[1]) sagt: „dass sich gerade in bezug auf die in Frage kommenden Tatsachen Tierreich und Pflanzenreich vielfach verschieden zu einander verhalten“. Wenn man die einschlägigen Werke der Botaniker, die sich speziell mit der Entstehung der Arten und mit den verschiedenen Theorien der Erblichkeit, des Darwinismus usw. beschäftigen, durchsieht, so findet man zahlreiche Beispiele, die auf diesen Unterschied hinweisen. Ich will nur einige davon herausgreifen. So sagt z. B. de Vries, „ob erworbene Eigenschaften erblich sind, hängt von der Definition ab“. Ich glaube nicht, dass ein Tierbiologe das geschrieben hätte, denn was bei den Tieren erworbene Eigenschaften sind, ist vollständig klar definiert

1) Der Neolamarckismus und seine Beziehungen zum Darwinismus. Jena 1903.

Digitized by Google

und lässt sich kaum anders definieren. Es sind Formveränderungen, die durch äussere Einflüsse auf das einzelne Individuum zustande gekommen sind. Das tritt aber bei Pflanzen weit weniger deutlich hervor, da die Bestimmung, was hier ein Individuum und was ein Cormus ist, viel weniger leicht zu treffen ist. An anderer Stelle erwähnt de Vries[1]) die Bildung steriler Arten, die von manchen Autoren gegen die Selektionslehre angeführt wurden, da ja die Sterilität ganz unzweifelhaft etwas für die Erhaltung der Art Ungünstiges bedeutet. Die Sterilität lässt sich bei vegetativer Vermehrung dieser Pflanzen übertragen. Es ist nun ganz klar, dass eine solche Verwertung der sterilen Arten gegen die Selektionslehre deshalb unstatthaft ist, weil sie eine offenbare Missbildung darstellt, die auch bei Tieren und sogar beim Menschen vorkommt. Aber da diese Tiere vegetativ nicht vermehrt werden können, so tritt die Bedeutung der Sterilität als Missbildung hier viel klarer hervor, als bei den Pflanzen, wo eine scheinbare Erblichkeit durch die vegetative Vermehrung zustande kommt. Die vegetative Vermehrung ist überhaupt mit der Vermehrung durch Geschlechtszellen durchaus nicht zu vergleichen, und man kann bei ersterer nicht von einer Vererbung ohne weiteres reden. Erscheinungen des einen Modus lassen keine Schlüsse auf den andern zu. Sehr deutlich zeigt diesen Unterschied zwischen Botanikern und Zoologen auch der folgende Umstand, den ich merkwürdigerweise nirgends in den Diskussionen über die Mutationslehre von de Vries angeführt finde. Es gelang ihm nämlich, die Oenotera nanella sowohl aus der Oenotera lata, wie auch aus der Oenotera scintillans zu züchten, und da er diese verschiedenen Pflanzen als besondere Arten auffasst, so hat er also ein und dieselbe Abart aus zwei verschiedenen Arten gezüchtet. Das Gleiche ist in folgenden Beispielen zustande gekommen: Die Albida entstand aus der Oblonga und aus der Lamarckiana. In der 5. Generation der Oblonga-Familie entstand die Rubrinervis, die ebenfalls aus der Lamarckiana schon entstanden war. Diese beiden neuen Arten sind jedenfalls konstant gewesen. Rubrinervis ist vollkommen fruchtbar, dagegen lieferte Scintillans bei Selbstbestäubung neben

1) Mutationen. Bd. II. S. 669.

Digitized by Google

Scintillans wieder Oblonga, Lamarckiana und Lata[1]). Das ist etwas, was im Tierreich undenkbar wäre, dass z. B. eine bestimmte Hunderasse gleichzeitig durch Domestikation eines Wolfes und eines Schakals entstehen könnte. Auch würde man nicht berechtigt sein, die Entstehung der Oenotera nanella aus zwei verschiedenen Pflanzenarten zu vergleichen mit diphylletischer und pluriphylletischer Entstehung, denn dabei findet ja gerade das Umgekehrte statt. Es entwickeln sich an zwei verschiedenen Stellen ähnliche aber doch verschiedene Arten, wie sich z. B. im Pliocän in Nordamerika aus dem Hippidion der Equus eurystylus und in Europa der Equus stenonis entwickelt hat. Die Neigung zu Veränderung bestand also beim Hippidion etwa gleichzeitig nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika, und es entstanden durch diese Abänderung ähnliche, aber doch von einander getrennte Pferdearten. Ich möchte glauben, dass diese Züchtung der Oenotera nanella aus zwei verschiedenen Arten also schon hinreicht, um zu zeigen, dass die Mutationstheorie von de Vries wenigstens in ihren Details auf das Tierreich nicht in der Weise übertragen werden darf, wie sie de Vries für die Pflanzen ausgearbeitet hat. Man könnte hierbei auch noch an einen anderen Vorgang bei Tieren denken. Nehring[2]) fand nämlich, dass sich unter den von Reis und Stübel von dem Totenfeld von Ancon in Peru mitgebrachten Hundemumien ausser der gewöhnlichen schäferhundähnlichen Rasse der Inkahaushunde noch mehrere andere Formen vorfanden, darunter eine Form, die unseren Dachshunden gleicht und auch mit starken gekrümmten Vorderbeinen versehen ist, zweitens solche, die unseren Pintschern ähnlich sind, und drittens solche, die Schädel ähnlich unseren kleinsten Bulldoggen oder stärksten Möpsen besitzen. Falls diese Rassen in Peru autochthon entstanden wären, so würden sie zeigen, dass ganz unabhängig von einander aus verschiedenen Hunderassen identische Formen gezüchtet werden können. Nehring nimmt nun tatsächlich das autochthone Entstehen dieser Rassen in Amerika an und sucht dies ausführlich

1) Lotsy, Vorlesungen über Deszendenztheorie. S. 212.

2) Sitzungsbericht d. Gesellsch. naturforschender Freunde zu Berlin. 1885. No. 1.

Digitized by Google

zu begründen, besonders deswegen, weil von Tschudi anderer Ansicht ist, nämlich der, dass das Gräberfeld von Ancon noch benutzt wurde nach der Eroberung von Peru durch Pizarro und dass deswegen eine Vermischung der Inkahunde mit europäischen Hunden nicht ausgeschlossen sei. Wenn nun auch die Ansicht von Nehring tatsächlich die richtige wäre und also autochthon an verschiedenen Stellen der Welt ähnliche oder gleiche Hunderassen entstanden wären, so würde es doch nicht angehen, dieses Vorkommnis in der Weise zu deuten, wie Hugo de Vries es bei der Oenotera tut, denn er spricht direkt von einer neuen Artbildung durch Mutation, während es sich hier doch nur um eine Rassenbildung handelt, die auch in Peru nicht anders entstanden sein kann als bei uns, d. h. durch allmähliche Auslese bestimmter, in prägnanter Weise veränderter Exemplare.

Ich komme noch zu einem anderen Autor. Klebs schreibt: „Die für die Erregung der Fortpflanzung entscheidenden äusseren Bedingungen sind so deutlich verschieden von den das Wachstum erregenden, wie es theoretisch nach dem Gesetz der Kausalität für die inneren Bedingungen der beiden Lebenstätigkeiten gelten muss.“ Auch im weiteren unterscheidet er streng zwischen Wachstum und Fortpflanzung[1]). Aus allem aber, was er in dieser Beziehung weiter anführt, geht hervor, dass hier Klebs unter Wachstum die vegetative Fortpflanzung versteht. Es passen also diese Betrachtungen wohl für die Pflanzen, aber ganz und gar nicht für die Tiere. Auch unter Regeneration verstehen, wie aus den Klebsschen Ausführungen hervorgeht, die Botaniker andere Dinge als die Zoologen und Pathologen. Eine Stelle von Wettstein möchte ich noch in dieser Beziehung anführen. Er sagt[2]): „Gerade so, wie eine Veränderung in der Krone eines Baumes eine solche in der Wurzel korrelativ veranlasst, wie das Nichtfunktionieren von Blüten gelegentlich die Ausbildung von Axillarknospen an verschiedenen Stellen des Stammes zur Folge hat, ebenso ist die Beeinflussung der Fortpflanzungsorgane durch adaptive Veränderung somatischer Körperteile ganz gut denkbar.“ Ich glaube, dass dieser

1) Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903.
2) l. c. S. 24.

Digitized by Google

Ausspruch selbst von Botanikern angezweifelt werden könnte. Jedenfalls würde er für die Tiere wiederum ganz und garnicht passen, denn die Fortpflanzungsorgane stehen zu den somatischen Zellen in einer ganz anderen Beziehung als Krone und Wurzel, Blüten und Axillarknospen.

Ich meine, aus alledem, was ich hier anführte — und es sind das nur einzelne Stichproben, die man mit Leichtigkeit vermehren könnte — geht aufs deutlichste hervor, dass nur Untersuchungen der Botaniker für die allgemeine Biologie und speziell für die Biologie der Tiere verwertet werden können, soweit sie gewonnen sind aus der Beobachtung an Pflanzen, die tatsächlich nur Einzelwesen darstellen, nicht aber wie die Mehrzahl der Pflanzen Cormen sind, die nicht mit einem Tiere, sondern nur mit einer ganzen Summe von Tieren verglichen werden können. Aber auch nicht alle Erfahrungen an solchen Einzelpflanzen sind für das Tierreich zu verallgemeinern, denn auch viele dieser verhalten sich noch ganz anders als die Mehrzahl der Tiere, indem sie sich vegetativ vermehren lassen. d. h. mit anderen Worten, dass bei diesen vegetativ vermehrbaren Pflanzen das Keimplasma nicht an ein bestimmtes Organ geknüpft ist, sondern mehr oder weniger diffus in der ganzen Pflanze verteilt sich befindet. Es gibt verhältnismässig wenig Pflanzen, die sich nicht vegetativ fortpflanzen lassen und deren Keimplasma auf bestimmte Organe konzentriert ist, während gerade das Umgekehrte bei den Metazoen vorhanden ist. Hier gibt es nur verhältnismässig wenige Arten, die eine vegetative Fortpflanzung zulassen und dadurch eine grössere Verteilung des Keimplasmas erkennen lassen, im Gegensatz zu der grossen Menge der Tiere, bei denen diese vegetative Fortpflanzung fehlt. Das Keimplasma hat sich also hier bei den Tieren auf bestimmte Organe lokalisiert, während bei den Pflanzen das Keimplasma fast in allen Teilen enthalten ist, besonders in den Vegetationspunkten. Driesch würde das als aequipotentiell bezeichnen. Ich komme darauf später noch einmal zurück. Nun ist es verständlich, dass, wenn das Keimplasma durch das ganze Individuum diffus verteilt ist, also auch überall sich der Oberfläche präsentiert, dasselbe durch solche Einflüsse viel leichter getroffen und auch verändert werden kann als bei Tieren, bei denen das Keimplasma in einem

Digitized by Google

durch das ganze Soma vor der Aussenwelt geschützten Organ sich lokalisiert befindet.

Ich meine also tatsächlich, dass die Unterschiede des Materials der Botaniker einerseits und der Zoologen andererseits nicht nur zu verschiedenen Anschauungen führen müssen, sondern dass auch die tatsächlichen Beobachtungen verschiedenartig ausfallen müssen. Eine Verallgemeinerung solcher Tatsachen wäre also ganz und gar unstatthaft. Aber es versteht sich, dass, wenn jemand sich ausschliesslich oder doch ganz vorzugsweise mit botanischen Dingen beschäftigt, ihm dann die bei den Pflanzen gefundenen Tatsachen so sehr imponieren, dass er die aus zoologischen Erfahrungen entstammenden Erscheinungen entweder seinen botanischen Erfahrungen anzupassen trachtet oder sie vielleicht in ihrer Bedeutung überhaupt nicht vollständig durchschaut. Die Gefahren, dass die Zoologen in denselben Fehler verfallen, ist viel geringer, weil ja die Verhältnisse tatsächlich bei der Mehrzahl der Tiere gerade in dieser Beziehung sehr viel einfacher und vor allen Dingen in ihrer Deutung viel weniger Fehlerquellen ausgesetzt sind.

Wenn man in moderner Zeit so häufig zu komplizierten Theorien gegriffen hat, um die Entstehung der Arten zu erklären, wenn man sogar nicht gezögert hat, eine mystische Lebenskraft wieder in die Betrachtung einzuführen, wenn man endlich die Darwinsche Selektion durch natürliche Zuchtwahl als einen vollständig überwundenen Standpunkt betrachtet, so glaube ich, liegt das zum grossen Teile darin, dass es nicht gelingen wollte, die Schwierigkeiten, welche die Selektionstheorie für die Betrachtung ergibt, in natürlicher Weise zu überwinden. Würden diese Schwierigkeiten beseitigt, die, wie oben schon gesagt, im wesentlichen darin bestehen, dass die Selektionstheorie nicht die Entstehung der Varietäten erklärt und nur mit Grössen rechnen kann, die einen Selektionswert haben, so würde sich wahrscheinlich ein grosser Teil derjenigen Biologen, die sich von der Darwinschen Lehre abgewendet haben, ihr mit grosser Freude wieder zuwenden. Denn ich glaube, viele derselben, zu denen ich mich selbst auch rechne, sind der Ansicht Bütschlis[1]), der sagt: „Ich vermag nur meiner eigenen

1) Mechanismus und Vitalismus. Leipzig 1901. S. 33.

Digitized by Google

Ueberzeugung Ausdruck zu geben, welche trotz der in den letzten Jahren erhobenen, angeblich vernichtenden Einwände gegen Darwins Lehre dahin geht, dass ich diese Lehre in Verbindung mit der Voraussetzung von Keimesvariationen, welche allein vererblich sind, für eine sehr mögliche und unter den sonstigen Erklärungsversuchen für den wahrscheinlichsten halte." Auch Rolph[1]) hat sich in dieser Beziehung ähnlich geäussert: „Heute würde die Evolutionstheorie unerschüttert bleiben, auch wenn das Prinzip der natürlichen Züchtung oder das der geschlechtlichen Auswahl sich als zu hoch angeschlagen herausstellen sollte, ja selbst wenn die treibende Kraft des Darwinismus, der Kampf ums Dasein zum Fallen kommen sollte." Es ist gewiss interessant, hier auch den Ausspruch eines der bedeutendsten Männer zu hören, obwohl er nicht selbst Biologe war, der sich aber durch eine ungeheure Schärfe des Geistes auszeichnet. Ich meine nämlich Boltzmann[2]), der sich in folgender Weise äussert: „Nach meiner Ansicht ist alles Heil für die Philosophie zu erwarten von der Lehre Darwins." „Erst wenn man einsieht, dass Geist und Wille nicht ein Etwas ausser dem Körper, dass sie vielmehr komplizierte Wirkungen von Teilen der Materie sind, deren Wirkungsfähigkeit durch Entwicklung immer vollkommener wird, erst wenn man einsieht, dass vor allen Dingen Wille und Selbstbewusstsein nur die höchste Entwicklungsstufe derjenigen physikalisch-chemischen Kräfte der Materie sind, durch welche Protoplasmabläschen zunächst befähigt wurden, solche Regionen aufzusuchen, die für sie günstiger sind, solche zu vermeiden, die ihnen ungünstig sind, wird einem in der Psychologie alles klar."

Diese vorher genannte Schwierigkeit wenigstens z. T. zu überwinden, werde ich in Folgendem versuchen, indem ich einen Weg beschreite, den ich schon vor Jahren begonnen habe und in Folgendem weiter auszubilden gedenke, indem ich in die Betrachtungsweise einen Begriff einführe, der sich aus allgemeinen biologischen Erfahrungen, aber ganz speziell auch aus den Erfahrungen der Pathologie des Menschen und der Tiere ergibt, nämlich den Be-

1) Biologische Probleme. 2. Aufl. S. 8.
2) Populäre Schriften. Leipzig 1905. S. 396.

Digitized by Google

griff des Altruismus. Dass ich diesen als den allein seligmachenden betrachte, der nun imstande wäre, alles zu erklären, was uns in der Deszendenzlehre unklar geblieben ist, liegt mir natürlich ganz fern, aber ich habe doch die Vorstellung, dass uns diese Betrachtung einen Schritt weiter führt. Freilich sind auch dabei noch eine Anzahl anderer Anschauungen zu besprechen, die sich dem Wesen des Altruismus einfügen und vielfach von der bisher gewohnten Betrachtungsweise abweichen. Bevor ich deswegen auf die Bedeutung des Altruismus selbst eingehe, muss ich mich erst mit diesen Dingen auseinandersetzen, so z. B. über den Begriff der Arten und Varietäten, über die Variabilität und Konstanz, über die Lamarcksche Theorie. Diese Dinge erscheinen mir so wichtig, dass es nicht möglich ist, sie in wenigen Worten zu erledigen. Vor allem aber möchte ich zunächst einen Punkt besprechen, den ich gewissermassen als eine der Grundlagen meiner Anschauungen über den Altruismus betrachte. Ich meine nämlich die Präformation.

Digitized by Google

2. Kapitel.

Ueber Präformation.

Als man anfing, die Entwicklung der Tiere mit feineren Methoden zu untersuchen, da entbrannte aufs neue ein alter Streit, den man bereits stillschweigend als beigelegt betrachtete, nämlich derjenige um die Präformation und die Epigenese. Aber diese beiden Ausdrücke, die aus der alten Biologie herüber genommen wurden, gewannen eine ganz neue Bedeutung. In früherer Zeit stritt man darüber, ob das junge Tier schon in seiner ganzen Form in dem Ei vorhanden wäre, was man sich vollkommen figürlich vorstellte, oder ob die Form sich erst aus dem Ei in irgend einer Weise herausbilde. Die erste Art nannte man Präformation, und sie führte zu einer der merkwürdigsten Anschauungen, die vielleicht jemals existiert haben, der sogenannten Einschachtelungstheorie, indem man sich dachte, dass von Anbeginn an alle jungen Individuen, die jemals die Welt späterer Zeiten bevölkern sollten, bereits in dem Urtiere angelegt waren, dass also gewissermassen Eva schon alle späteren Menschen in sich geformt trug. Die Anhänger dieser Präformationstheorie wurden leicht von den Epigenetikern überwunden, denn die ganze Anschauung war, vom morphologischen Standpunkte aus betrachtet, so unsinnig, dass sie nur auf dem Boden rein theoretisch-philosophischer Betrachtungen gedeihen konnte. Als man dann später in die Formverhältnisse der Zellen und die feinere Struktur derselben einzudringen versuchte, da spaltete sich das Lager der Epigenetiker wieder in zwei Gruppen, von denen die eine eine Präformation, die andere eine Epigenese proklamierten, aber in dem

Digitized by Google

Sinne, dass Präformation die Anlage der einzelnen Körperteile im Ei bedeutete nicht in figürlicher Weise, sondern lediglich potentiell. Die Gegner dagegen waren der Ansicht, dass eine solche präformierte oder determinierende Anlage nicht vorhanden wäre, sondern dass die Zellsubstanz des Eies an allen Stellen gleichmässig befähigt wäre, die verschiedenen Organteile aus sich hervorgehen zu lassen; dass die Differenzierung derselben erst durch später hinzutretende Bedingungen entstand. Diese modernen Epigenetiker stellten sich das Ei isotrop vor, während die andern die Anisotropie des Eies proklamierten und unter Führung von Roux eine Mosaikstruktur des Eies annahmen.

Die Ansicht, dass das Ei nicht gleichmässig gebaut sei, sondern in seinen verschiedenen Abschnitten ganz bestimmte, dem späteren Körperabschnitte entsprechende Eigenschaften besässe, ist, soweit ich sehe, zuerst von His 1874[1]) ausgesprochen worden. In späterer Zeit hat dann Nägeli[2]) gleiche Ansichten von ganz anderen Beobachtungen ausgehend vertreten, indem er seine Idioplasmatheorie entwickelte. Es haben sich dann sehr viele Autoren damit beschäftigt, von denen ich in erster Linie Roux, Hertwig und Weismann nenne. Die beiden entgegengesetzten Anschauungen aber haben sich im wesentlichen um Roux einerseits und Hertwig andererseits gruppiert. Nun ist in neuerer Zeit eine sehr bemerkenswerte Abhandlung von Rabl[3]) erschienen, in der der Verfasser alle wesentlichen Tatsachen zusammengetragen hat, die diese Frage von den verschiedensten Richtungen aus zu beleuchten geeignet sind. Rabl war um so mehr dazu berechtigt, diese wichtige Frage zu diskutieren, als er ja selbst durch seine bekannten Untersuchungen sehr wesentlich zur Aufklärung beigetragen hat und keinem mehr als ihm ein Urteil darüber zustand. Infolgedessen lege ich auf diese Abhandlung einen ganz besonderen Wert. Sie überhebt mich aber auch der Notwendigkeit, die einzelnen Tatsachen noch einmal anzuführen und die Daten des ganzen Streites hier zu reproduzieren, und ich kann mich darauf

1) Unsere Körperform.
2) Theorie der Abstammungslehre. München 1884.
3) Ueber organbildende Substanzen. Leipzig 1906.

Digitized by Google

beschränken, nur dasjenige zu erwähnen, was zum Verständnis der weiteren Betrachtungen notwendig ist.

Da möchte ich zunächst hervorheben, dass der Ausdruck Präformation nicht von allen in gleichem Sinne gebraucht worden ist. So definiert Haacke z. B. die Präformation als morphologische Vorbestimmung, während ich mich mehr der Deutung anderer anschliessen mächte, die unter Präformation verstehen, dass in der Eizelle gewisse Träger erblicher Eigenschaften vorhanden sind. Die Eigenschaften brauchen deshalb noch nicht schon selbst vorgebildet in der Eizelle vorhanden zu sein, und sind es auch sicher nicht. So ist die Eizelle z. B. nicht imstande, Galle zu produzieren, obwohl diese Fähigkeit, die gewisse Zellen später erhalten, schon in irgend einer Weise in der Eizelle präformiert sein muss, wie ich weiter noch zu erweisen gedenke. Plate[1]) drückt diese Verhältnisse in anschaulicher Weise aus: „Das Keimplasma ist nach dieser Auffassung eine historische Substanz, welche im Laufe der Phylogenie immer komplizierter wird, immer mehr Atomgruppen von spezifischer Wirkungsweise sich angliedert und dadurch befähigt wird, eine stetig zunehmende Zahl von Eigenschaften auszulösen. Dieser ganze Komplex von Determinanten, Pangenen, oder wie man diese Vererbungseinheiten nennen will, bildet unter bestimmten Bedingungen ein geschlossenes, unveränderliches System, und wird als solches von einer Generation auf die nächste übertragen. Unter anderen Bedingungen, nämlich während der Ontogenie, hört diese Geschlossenheit auf, und die einzelnen Atomgruppen der Determinanten entfalten nacheinander das Spiel ihrer Kräfte. Dieser präformistischen oder deterministischen Auffassung gegenüber steht die epigenetische, welche zwar auch eine komplizierte atomistische Architektur der Vererbungssubstanz annimmt, aber diese stets in ihrer Gesamtheit wirken und sich verändern lässt."

Hertwig nahm übrigens in dieser Richtung keinen extremen Standpunkt ein. Denn er liess für manche Entwicklungsformen eine Präformation zu, nur war er der Ansicht, dass man dieselbe nicht verallgemeinern dürfe. Bei der ontogenetischen Entwicklung aber

1) Biolog. Zentralbl. Bd. 27. 1907.

Digitized by Google

vertrat er die Ansicht, dass sämtliche Eigenschaften der Eizelle in die einzelnen Körperzellen hineingelangten, indem er sagt[1]): „Wenn eine Zelle eine bestimmte Aufgabe innerhalb eines Organismus übernimmt, so verliert sie nicht deswegen die übrigen Eigenschaften, welche sie nebst den übrigen Zellen von der Stammzelle des Organismus ererbt hat.“ Und er fährt weiter fort: „Aber diese Verschiedenheit erstreckt sich nicht tiefer als die mit der besonderen Funktion zusammenhängende besondere Struktur. Sie lässt das sonstige Wesen der Zelle im grossen und ganzen unberührt, unberührt die Organisation des Idioplasmas, welches sie als Erbteil von der Stammzelle erhalten hat.“ Daniel Rosa[2]) bekennt sich ebenfalls als Anhänger der Epigenese, sieht sich aber dann gezwungen, sehr komplizierte Hilfshypothesen heranzuziehen, die, abgesehen davon, dass sie vollkommen unerwiesen sind und eine überaus diffuse Vorstellung chemischer und physikalischer Tatsachen erkennen lassen, auch den Autor mit sich selbst in einen nicht geringen Widerspruch führen. Ich zitiere zum Beweis dafür Rosa selber: „Das Idioplasma (ich brauche hier das Wort im weiteren Sinne und verstehe darunter alles, was als Träger der Vererbung zu betrachten ist) erleidet im Laufe der Phylogenesis unter dem Einfluss von Kräften, die wir als blastogene zu bezeichnen pflegen, erblich übertragbare Veränderungen. Dass diese Veränderungen des Idioplasmas erblich sind, ist leicht verständlich, sobald man in Uebereinstimmung mit Anschauungen, die immer mehr sich Bahn brechen, die Annahme macht, dass sie hauptsächlich chemischer Natur sind. Sobald einmal die Molekel des Idioplasmas (oder die Molekeln, wenn es solche von verschiedener Art gibt) sich innerhalb der Fortpflanzungszelle verändert hat, so wird sie infolge ihrer Assimilations- und Reproduktionsfähigkeit in modifiziertem Zustande in allen Zellen sich wiederfinden, die von ihr abstammen, also im ganzen Organismus und in seinen Nachkommen, selbstverständlich unter der Bedingung, dass diese Organismen sich stets die notwendigen Materialien und die für die Assimilation günstigen Bedingungen verschaffen können.“ Ich will hier garnicht diskutieren,

1) Zelle und Gewebe. 1899.
2) Progressive Reduktion der Variabilität. S. 96.

Digitized by Google

ob diese Uebertragung phylogenetischer Betrachtungen auf ontogenetische zulässig ist. Mir scheint das vielleicht sehr möglich. Aber wie sehr sich diese Anschauungen Rosas widersprechen, geht besonders daraus hervor, dass er schliesslich als Bezeichnung für die von ihm entwickelte Theorie das Wort „vorausbestimmte Epigenesis" wählt, was doch eine Contradictio in sich enthält. Ohne an dieser Stelle Hertwig zu zitieren, kommt er dann auf S. 80 zu einem Satz, der fast wörtlich diese Anschauungen Hertwigs wiedergibt. Er sagt nämlich: „Dieses Idioplasma ist nach unserer Ansicht einheitlich monoton, d. h. es setzt sich nicht aus verschiedenen Teilen zusammen, die den einzelnen Strukturen des ausgewachsenen Organismus entsprechen würden. Es wird bei den aufeinanderfolgenden Zellteilungen durch qualitative und quantitative gleichhälftige Teilungen (Erbgleichteilungen) auf die Zellen übertragen. So kommt es, dass alle Zellen des Körpers innerhalb einer Spezies ein gewisses Etwas gemein haben, das von dem aller anderen Zellen im Körper einer anderen Spezies verschieden ist." Hiervon ist der Schluss des Satzes, der ja auch der Hertwigschen Anschauung durchaus entspricht, zweifellos anzuerkennen, denn die Arteigenschaft ist ja, wie das auch Hertwig hervorhebt, unter allen Umständen allen Zellen eines und desselben Individums gemeinsam, wenn sie im übrigen auch noch so weit von einander abweichen mögen. Am meisten scheint mir dieser Artcharakter sich zu dokumentieren in der Zahl der Chromosomen, die ja bekanntlich für die einzelnen Tierarten konstant zu sein pflegt. Natürlich dürfte man nicht umgekehrt den Schluss ziehen, dass zwischen allen denjenigen Tieren, die eine gleiche Zahl von Chromosomen besitzen, eine nähere Verwandtschaft besteht. Man weiss, dass sehr nahe miteinander verwandte Arten ganz verschiedene Zahlen von Chromosomen haben können. Das auffälligste Beispiel dieser Art ist die Artemia salina, die 84 Chromosomen besitzt, während Branchipus deren nur 12 aufweist.

Man hat nun früher allgemein angenommen, und es wurde diese Anschauung vor allen Dingen auch von Weismann vertreten, dass schon bei der ersten Furchungsteilung des Eies eine erbungleiche Verteilung des Idioplasmas stattfinde, und man glaubte eine Zeitlang, dass sich diese Art der asymmetrischen Teilung auch

Digitized by Google

in der Zahl oder Form der Chromosomen ausdrücken müsse. Das ist nun zweifellos nicht richtig gewesen. Die neueren Untersuchungen haben sämtlich ausführlich gezeigt, dass die gleiche Zahl von Chromosomen selbst in denjenigen Fällen in die Furchungskugeln hineingehen, wenn diese Furchungskugeln von ganz verschiedener Grösse und Beschaffenheit sind und auch eine ganz verschiedene Bestimmung haben. Ich meine nämlich bei allen Eiern mit inäqualer und determinierter Furchung, wie sie den Plathelminthen, den Orthonektiden und Dicyemiden, den Nemathelminthen, den Rotatorien, Ctenophoren, Anneliden, Arthropoden, Mollusken und vielen anderen eigentümlich ist. Als die ersten Untersuchungen über die Bedeutung des Kerns für die Vererbung von Hertwig, van Beneden, Boweri u. a. angestellt wurden, da glaubte man daraus den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Chromosen im Kern die Träger der erblichen Substanz seien. Als dann ferner sich die Chromosomen im wesentlichen, woher sie ja den Namen erhalten hatten, als färbbar bewiesen, identifizierte man diese erbliche Substanz geradezu mit dem Chromatin. Das ist sicherlich unrichtig gewesen. Denn das Chromatin als solches hat zweifellos mit der erblichen Substanz an und für sich nichts zu tun. Auch Ziegler[1]) weist auf diesen Irrtum hin. Er sagt: „Es wird gewöhnlich gesagt, dass das Chromatin die Vererbungssubstanz ist. Die Chromosomen bestehen zwar aus Chromatin, aber es ist fraglich, ob sie ausschliesslich aus Chromatin gebildet sind. Es scheint mir besser, den Vererbungsvorgang zunächst auf morphologische Gebilde (die Chromosomen), nicht auf eine Substanz (Chromatin) zurückzuführen.“ Wenn die Richtigkeit dieses Ausspruches nicht schon aus anderen Ursachen hervorging, so könnte man sie sicherlich aus pathologischen Beobachtungen ableiten, denn wir wissen, dass unter vielen Bedingungen Chromatin aus dem Kern austreten kann in die Zellsubstanz, ohne dass der Kern dadurch in seiner weiteren Bedeutung gestört würde. Ich meine hier natürlich nicht degenerative Prozesse, wie bei der Pyknose, der Chromatolysis und Kariorrhexis, bei denen der Kern regelmässig zugrunde geht. Ich denke vielmehr an die Untersuchungen Rössles, der gezeigt hat,

1) Ueber Vererbung. Kongress f. innere Medizin. 1905. S. 37 Anm.

Digitized by Google

dass Chromatin aus dem Kern in die Zellsubstanz übertritt und sich hier in Pigment umwandeln kann. Das Chromatin als solches kann also unmöglich Träger erblicher Eigenschaften sein.

Es scheint nun aber neuerdings trotz der Untersuchungen von Boweri und der Resultate, die die Untersuchungen Hertwigs (1890), von Raths (1892), Häckers (1893) und Rückerts (1894) ergeben haben betreffs der Lehre von der Vierergruppe oder der Tetrade der Chromosomen, dass auch diese Lehre von der erblichen Uebertragung durch die Chromosomen in dieser Weise nicht der Wirklichkeit entspricht. Vielmehr scheint es mir vollkommen festzustehen, dass die erbliche Uebertragung nicht allein durch die Kernsubstanz, sondern auch durch gewisse Protoplasmasubstanzen geschehen kann. Ich berufe mich in dieser Beziehung ganz besonders auf die oben zitierte Abhandlung Rabls, in der alle Gründe hierfür, wie mir scheint, einwandsfrei wiedergegeben sind. Ich möchte glauben, dass nach diesen Ausführungen Rabls es feststeht, dass die Träger der erblichen Eigenschaften in dem Kern und in dem Protoplasma gelegen sind, und man könnte nun vielleicht, allerdings nur präliminarisch, die Vermutung äussern, dass die erblichen Eigenschaften der Art wesentlich im Kern zu suchen sind, und die erblichen Eigenschaften, die den einzelnen Zellen mitgeteilt werden, im Protoplasma und im Kern vorhanden sind. Mit dieser Anschauung würde es sich sehr gut vereinigen, dass allen Zellen einer Art, wie es Hertwig und Rosa ausdrücken, etwas Gemeinsames eigentümlich ist, während sie im übrigen wesentlich voneinander differieren.

Wie dem nun auch sei, so steht doch das Eine ganz unzweifelhaft fest, dass bei den Mosaikeiern und bei allen mit einer determinierenden Furchung die Plasmaarten sich in verschiedener Weise auf die Tochterzellen verteilen; man könnte nur glauben, dass bei den andern Eiern, bei denen, zunächst wenigstens, gleichartige Zellteilungen eintreten, wie bei den Cnidariern, den Echinodermen, Enteropneusten, Tentakulaten, Tunikaten, Akraniern und Vertebraten, auch die inneren Verhältnisse anders wären und sich nach Art der Hertwigschen Anschauungen gestalteten. Von Rabl wird mit Recht darauf hingewiesen, dass es nach den Untersuchungen von Fischel, Konklin, Wilson und Roux mit Sicher-

Digitized by Google

heit feststehe, dass „eine scharfe Grenze zwischen den beiden Arten von Eiern nicht gezogen werden kann“. Und Rabl sagt deswegen auf S. 17 wörtlich: „So dürfen wir also annehmen, dass bei allen Metazoen ganz feste Beziehungen zwischen der Differenzierung und Lokalisation des Eiplasmas einerseits, und der Organbildung andererseits existieren“. „Die von Pflüger auf Grund missverstandener Experimente aufgestellte und von O. Hertwig mit grosser Wärme verteidigte Lehre von der Isotropie des Eiplasmas kann also wohl als durch die deskriptiven und experimentellen Untersuchungen der neueren Zeit völlig widerlegt angesehen werden“. Weiter sagt Rabl auf S. 23: „Ferner ist es im hohen Grade wahrscheinlich, ja bis zu einem gewissen Grade sogar sicher, dass die Chromosomen eines und desselben Kernes nicht die gleiche qualitative Beschaffenheit besitzen“. Und S. 24: „So muss auch die funktionelle Bedeutung der einzelnen Chromosomen eine individuell verschiedene sein“. Und weiter unten: „Es ist ganz wohl denkbar, dass auch innerhalb des einzelnen Chromosomen qualitative Unterschiede bestehen, dass es in den aufeinanderfolgenden Strecken seines Verlaufs aus qualitativ verschiedenen Substanzen zusammengesetzt ist und dass jede dieser Substanzen eine andere funktionelle Bedeutung besitzt“. Ich führe weiter Rabls Worte auf S. 28 an: „Schon vor mehr als 20 Jahren habe ich gezeigt, dass die Chromosomen eines Hämatoblasten aus der Milz eines Proteus ganz anders aussehen als die einer Epithel- oder Bindegewebszelle desselben Tieres, und diese wieder anders als die einer Follikelepithelzelle des Hodens“. Solche Differenzen konnte ich selbst[1]) an einem grossen menschlichen Material als Regel feststellen. Rabl führt aber dann später diese Differenzen darauf zurück, dass eine Wechselbeziehung zwischen Chromosomen und Protoplasma besteht, und dass die Aenderung der Chromosomen erst dadurch zustande komme, dass sie zu anderen Teilen des Protoplasmas in Beziehung treten. Von dieser Anschauung aus sagt er ganz folgerichtig S. 29: „Während also die Teilung der Kerne und ihrer Chromosomen stets eine qualitativ gleiche ist, ist es die des Protoplasmas nur so lange, als es sich um gleich-

1) Zellstudien. Berlin 1893.

Digitized by Google

wertige Zellen eines und desselben Gewebes handelt". Und S. 31: „So kommen wir also zu dem Schluss, dass die Kontinuität der Keimesorganisation, die wir schon aus theoretischen Gründen anzunehmen gezwungen sind, ihren Grund in letzter Linie nur in einer qualitativ ungleichen Teilung des Protoplasmas bei qualitativ gleicher Teilung des Kerns haben kann". Endlich muss ich noch den Ausspruch Rabls auf S. 32 zitieren: „Erstens stehen Kern und Protoplasma in materieller oder substantieller Wechselwirkung, und alle damit verknüpften Vorgänge sind in der Zelle genau lokalisiert, und zweitens können die Qualitäten der Teile des Kerns nur bei qualitativ gleicher Teilung des Protoplasmas unverändert erhalten bleiben. Dagegen muss ungleiche Teilung des Protoplasmas eine qualitative Veränderung des Kerns im Gefolge haben". Nach diesen hier zitierten Aussprüchen Rabls und auch nach den vorangegangenen und nachfolgenden Betrachtungen hatte ich mit Sicherheit angenommen, dass Rabl zu der Ansicht einer der Determinantenlehre analogen oder mit ihr identischen evolutionistischen Anschauung gelangen würde. Das ist aber merkwürdigerweise nicht der Fall, sondern er sagt nun S. 47: „Im Rahmen dieses Gedankenganges findet die Determinantenlehre keinen Platz". Und er ist weiter der Meinung, dass „so lange es nicht gelingt, die Existenz einer erbungleichen Teilung nachzuweisen", es überflüssig sei, weiter darüber zu diskutieren. „Nur aus der Wechselwirkung beider (nämlich der Chromosomen und des Protoplasmas) können organbildende Substanzen entstehen. Eine bloss auf einen einzelnen Zellbestandteil beschränkte Vererbungssubstanz gibt es nicht. Zur Vererbung, zur Wiederholung der Entwicklungsprozesse, als deren Endresultat die Eigenschaften der Eltern im Kinde wieder erscheinen, sind alle Zellbestandteile in gleicher Weise notwendig. Die hier vorgetragene Ansicht über das Wesen und die Grundprobleme der Entwicklung und Vererbung ist durchaus epigenetisch. Mit Evolution in irgend einer Form hat sie nichts zu tun. Kein Organ ist als solches in den Geschlechtszellen vorgebildet." Alle differenzierten Erscheinungen, die in den Zellen später auftreten, sollen also nach Rabls Anschauung erst später entstehen durch die Bedingungen. Diese Bedingungen sind aber nach Rabls Anschauung nicht äussere, son-

Digitized by Google

dern dem Kern und der Zellsubstanz adhärierende, und da immer und unter allen Umständen das Gleiche bei den einzelnen Tierarten entsteht, so muss Rabl notwendig diese Bedingungen als vorgebildet betrachten. Nun fragt es sich für mich, ob das nicht doch schliesslich ein Spiel mit Worten ist. Wenn auch wirklich die organbildenden Substanzen als solche nicht vorhanden sind, so sind sie doch in irgend einer anderen Form, und wenn es nur in der gegenseitigen Beziehung der einzelnen Protoplasmateile gelegen wäre, vorgebildet, und ich glaube, da kommt es ganz auf dasselbe heraus, ob man nur die Bedingungen vorgebildet sein lässt, oder sich vorstellt, dass die Substanzen, wenn auch noch nicht in der fertigen Form, vorhanden sind, oder dass man sich ausdrückt, die Eigenschaften seien potentiell vorgebildet. Denn diese Bedingungen müssen doch auch an Stoffteile geknüpft sein und können nicht irgendwie in der Luft schweben.

Man könnte sich nun tatsächlich vorstellen, dass diese Bedingungen erst durch die spätere Lokalisation der Zellen erzeugt würden, also nicht innere, sondern äussere wären. Das trifft aber tatsächlich nicht zu und stimmt nicht überein mit den Beobachtungen sowohl bei niederen Tieren, als auch ganz besonders beim Menschen.

Wenn man die erste Zellteilung bei der determinierten Furchung betrachtet, und es entstehen, wie z. B. bei den Dicyemiden, durch die erste Furchung zwei Zellen von ganz verschiedener Grösse und ganz verschiedener Bedeutung, so kann man doch unmöglich sagen, durch die Situation sei diese Differenz erst herausgebildet worden. Wenn auch die Chromosomen in beiden Zellen ganz gleich aussehen mögen, so sind doch schon die Plasmateile und die prospektive Potenz vollkommen verschieden, denn die eine Zelle wird zum Körper, die andere zu den Geschlechtszellen. Dazu kommt, dass Rabl selbst zugibt, dass die Chromosomen in ihren einzelnen Abschnitten verschieden gestaltet sein können, dass, wie allgemein anerkannt wird, die chromatische Substanz der Chromosomen, also dasjenige, was wir allein von diesen wahrnehmen und morphologisch kontrollieren können, nicht als solche der Träger der erblichen Eigenschaften ist. Und so scheint mir immer noch nicht bewiesen zu sein, dass aus dem gleichen

Digitized by Google

Aussehen der Chromosomen auch ihr gleicher Wert garantiert wird. Ich habe aber früher schon darauf hingewiesen, dass auch bei späteren Teilungen deutlich zu erkennen ist, wie nicht die Situation die Art der Zellen bestimmt, sondern dass diese Differenzierung schon vorher erlangt wird. Ich bin also nicht der Ansicht Haackes[1]), der, indem er sich auf Drieschs Beobachtungen stützt, zu der Ueberzeugung kommt, dass es lediglich der Ort ist, den eine Zelle im Körper einnimmt, der darüber bestimmt, was aus dieser Zelle werden soll. Ich bin vielmehr der Ansicht, dass die Zellen zuerst differenziert werden, und dann erst den Ort, der ihnen zukommt, einnehmen. Ich verweise in dieser Beziehung auf die Beschaffenheit der Blastula bei Amphioxus lanceolatus. Man kann hier deutlich erkennen, dass die Polzellen, die sich später bei der Gastrulabildung einstülpen, schon vor der Einstülpung anders beschaffen sind als diejenigen Zellen, die zum Ektoderm werden. In gleicher Weise sieht man, dass bei den Syconen die Amphiblastula zwei verschiedene Zellarten besitzt, die äquatorial geschieden sind. Die helleren, mit Geisselfäden versehenen stülpen sich in die dunkleren ein, und so bildet sich die Gastrula. Die Blastula, die in den meisten Büchern schematisch abgebildet ist, ist deswegen unrichtig wiedergegeben, da gewöhnlich die Zellen so dargestellt werden, als wären sie an der ganzen Circumferenz gleichartig beschaffen, so auch z. B. bei Haacke auf S. 170. Auch W. Paulecke kommt bei der Untersuchung des Eierstocks der Bienenkönigin zu der Ueberzeugung, dass die Differenzierung in Ei, Epithel und Nährzelle weder von der Lokalisation, noch von der Ernährung, sondern nur von inneren Faktoren bestimmt wird. Solcher Beispiele liessen sich aus den Beobachtungen an niederen Tieren eine grosse Zahl beibringen, die immer dasselbe zeigen. Die Mehrzahl der Zoologen hat aus allen diesen Gründen auch keinerlei Zweifel daran, dass es sich dabei um Präformation handele.

Die Botaniker dagegen kommen vielfach zu anderen Anschauungen, so z. B. Wettstein[2]), der die Frage aufwirft, ob das

1) Gestaltung und Vererbung. Leipzig 1903. S. 316.

2) Der Neolamarckismus und seine Beziehung zum Darwinismns. Jena 1903. S. 23.

Digitized by Google

Organ die Funktion bestimme, oder ob die Funktion imstande sei, das Organ zu verändern, und er schliesst sich dann unmittelbar darauf dieser zweiten, d. h. also epigenetischen Auffassung an. Die Botaniker haben eine gewisse Berechtigung, mehr zu einer solchen Anschauung zu neigen als die Zoologen, denn es gibt eine Reihe von Beobachtungen an Pflanzen, die scheinbar darauf hinweisen, dass durch bestimmte äussere Bedingungen die Form und vor allen Dingen dasjenige, was Driesch als prospektive Potenz und prospektive Bedeutung geschieden hat, beeinflusst werden kann. Dahin würde auch die Tatsache gehören, dass die Sporenbildung erst beginnt, sowie schlechtere Ernährungsbedingungen auftreten. Es sind ja auch ähnliche Beobachtungen bei Tieren gemacht worden, z. B. bei der Entstehung des Sommer- und Wintereies bei Cyclopiden, und man könnte glauben, dass das auf ähnliche Vorgänge zurückzuführen wäre. Aber auf die Zoologen haben diese Beobachtungen nicht in der Weise gewirkt wie auf die Botaniker. Sie haben vielmehr andere Schlüsse daraus gezogen. Doch gibt es auch unter den Botanikern ausgesprochene Präformisten, wie z. B. Klebs[1]), der sagt: „In allen jenen Umgestaltungen von Organen, die man bereits kennt und für die weitere Beispiele geliefert werden, spielt die Funktion keine entscheidende Rolle. Sie ist sicher nur eine Folge der Formänderung".

Ich will nun zunächst diejenigen Tatsachen hier anführen, die gegen eine Epigenese und für eine Präformation sprechen und die gewonnen sind aus dem Studium der höheren Metazoen, speziell der Säugetiere und des Menschen, sowie aus dem Studium der pathologischen Erscheinungen bei den letzteren, und mir scheint, dass da ganz besonders vier Punkte in Frage kommen, nämlich erstens die Spezifizität der Zellen, zweitens die Tatsache der Regeneration, drittens die Erfahrungen über Transplantation und viertens die Funktion der Organe und der Zellen unter pathologischen Bedingungen.

Was den ersten Punkt, nämlich die Spezifizität der Zellen betrifft, so habe ich dieselbe speziell beim Menschen ausführlich studiert und die Resultate dieser Studien in meinem Buch über

1) Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903. S. 62.

Digitized by Google

„Die Spezifizität, den Altruismus und die Anaplasie der Zellen“ niedergelegt. Die aus diesen Untersuchungen für die hier vorgelegte Frage wichtigen Punkte sind speziell in dem ersten Kapitel abgehandelt. Es ist gelungen, nachzuweisen, dass die Zellen sich voneinander nicht nur durch ihre äussere Form unterscheiden, sondern auch ganz besonders durch die Art ihrer Karyokinese, d. h. es wurde hier im Grossen bestätigt, was, wie vorher schon angeführt, auch Rabl erkannt hat, nämlich dass die Form der Karyokinese der verschiedenen Zellarten eine verschiedene ist. Das ist aber von einer Bedeutung, die weit über die morphologische Betrachtung hinausgeht. Die äussere Form der Zelle ist vielfach ein Ausdruck ihrer Funktion. Leukozyten, die sich z. B. auf der Wanderung befinden, sehen anders aus als ruhende Leukozyten. Eine Nierenzelle, die sezerniert, hat eine andere Gestaltung als eine solche, die sich in Ruhe befindet. Dasselbe gilt von Schleimzellen im Darm, das Gleiche von den Zellen des Pankreas, des Magens und der Schleimdrüsen. Eine Muskelzelle, die sich im Zustand der Kontraktion befindet, erscheint anders als eine gleiche im Stadium der Erschlaffung. Während der Zellteilung aber gehen alle diese besonderen Differenzierungen, die von der Funktion unmittelbar abhängig sind, verloren, ganz besonders auch diejenigen der Nahrungsaufnahme, so dass man sagen kann, während der Zellteilung beschäftigt sich die Zelle mit nichts anderem als mit der Teilung. Man bekommt also während der Zellteilung gewissermassen die ideale, von Aeusserlichkeiten nicht beeinflusste Gestalt der Zelle zu Gesicht. Die Differenzen aber, die bei der Zellteilung auftreten und die ich für alle Gewebe des menschlichen Körpers und auch für eine Anzahl tierischer verfolgt habe, sind überaus charakteristisch für alle solche Zellarten, die genealogisch entfernt miteinander verwandt sind. Also z. B. für die Epidermiszellen, die Zellen des Bindegewebes, die Lymphozyten, die Endothelzellen und die Darmepithelzellen. Bei Zellen, die aber genealogisch sich einander nahe stehen, wie z. B. diejenigen der Epidermis, der Haarfollikel und der Talgdrüsen, sind wenigstens beim Menschen die Differenzen so gering, dass sie nicht mit Sicherheit hervortreten, und die Mitosen bei der Kleinheit der Objekte in den meisten Fällen ganz identisch erscheinen. An und

Digitized by Google

für sich würde nun diese mit Sicherheit festgestellte Tatsache nach den neueren Angaben von Rabl nicht mehr die Beweiskraft besitzen für eine Präformation. Wenn man nämlich mit Rabl annimmt, dass alle diese spezifischen Eigenschaften auch später entstanden sein können, so würde die Konstanz der Erscheinung nicht mit Notwendigkeit auf eine Präformation hinweisen. Aber wenn wir sehen, dass die Funktion der Zellen, die an dem Protoplasma die allerverschiedensten Erscheinungen hervorbringt, die bei der Zellteilung wieder verschwinden, und dass nur diese vollkommen konstanten Eigentümlichkeiten übrig bleiben, so dürfte es im Zusammenhang mit den weiteren Betrachtungen nicht als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass diese konstanten Erscheinungen trotz dem Wechsel der Funktion immer dieselben bleiben, wenn sie erst durch Epigenese zustande gekommen sind. Ich bin also der Meinung, dass diese Spezifizität der Karyokinese zwar nicht allein für sich imstande ist, den Beweis der Präformation zu liefern, wohl aber im Zusammenhang mit den weiter hier anzuführenden Tatsachen.

Wesentlicher erscheint mir aus diesem Grunde die zweite Eigentümlichkeit der Zellen, dass nämlich bei Regeneration und Wachstum immer nur dasjenige aus den Zellen hervorgehen kann, was schon nach Art der Zelle in der Zelle gegeben ist.

Die Tatsachen der Regeneration sind so allgemein bekannt, dass ich sie hier nur kurz zu rekapitulieren brauche. Ich schicke dem aber einige kurze allgemeine Bemerkungen voran, um zu einigen neueren Anschauungen über die Regeneration Stellung zu nehmen.

Die meisten Autoren machen einen Unterschied zwischen isotypischer und heterotypischer Regeneration. Auf der einen Seite wird behauptet, dass immer nur Gleiches aus Gleichem regenerieren könne, auf der anderen Seite, dass auch heterologe Dinge sich entwickeln könnten. In dieser Beziehung wird besonders auf die Regeneration der Linse aus der Iris bei Tritonlarven hingewiesen. Ich glaube, dass es unberechtigt ist, diesen Unterschied wenigstens in dem Sinne, wie er gewöhnlich gemacht wird, aufrecht zu erhalten, denn die Erscheinungen der sogen. heterotypischen Regeneration beweisen doch unter allen Umständen,

Digitized by Google

dass in denjenigen Zellen, aus denen diese Regeneration stattfindet, die Eigenschaften der regenerierten Teile vorhanden waren, d. h. um mit Driesch zu reden, dass die prospektive Potenz dieser Zellen eine grössere war als bei der isotypischen Regeneration. Oder wie man auch sagen könnte, manche Zellen enthalten eine grössere Zahl verschiedenen Idioplasmas als andere Zellen, so dass aus ihnen verschiedene Dinge sich entwickeln können, während die übrigen immer nur Gleiches aus Gleichem bilden können. Dass diese Regeneration ausserdem noch an manchen Stellen unter dem Einfluss des Nervensystems steht, wie z. B. bei der Regeneration der Stielaugen der Dekapoden, hat mit dieser verschiedenen Form der Regenerationsfähigkeit an und für sich garnichts zu tun.

Die Doppel- und Mehrfachbildung bei der Regeneration, ebenso wie die Reduktion sind in verschiedener Weise gedeutet worden. Man hat besonders das Auftreten fünfzehiger Füsse nach Entfernung der vierzehigen bei Tritonen, die Reduktion der Glieder an den Extremitäten bei Gespenstheuschrecken und manche ähnlichen Erscheinungen als atavistische aufgefasst. Auch hat man die Tatsache, dass Fluss- und andere Krebse bei Verlust der Scheren, sobald sie regenerieren, die Merkmale primitiverer Krebsformen einhalten, als eine atavistische Erscheinung betrachtet. Ich glaube, dass diese Anschauung unrichtig ist. Bei der Deutung all dieser Beobachtungen hat man niemals mit pathologischen Erscheinungen gerechnet und deren Einfluss auf das Regenerat. Sicherlich ist es auf lokale pathologische Prozesse zu beziehen, wenn der abgeschnittene Schwanz einer Eidechse nicht einfach wiederwächst, sondern in gespaltener, wie man gewöhnlich sagt, doppelter Form. In gleicher Weise dürften auch die Superregenerate an den Tentakeln von Medusen und an den Scheren verschiedener Krebse und Krabbenformen zu deuten sein, ebenso auch die überzählige Zehe an dem Fuss der Tritonen. Da man heutzutage mit Sicherheit weiss, dass durch mancherlei direkte Einwirkungen, z. B. durch Abschnürungen eine solche Verdoppelung künstlich erzeugt werden kann, kann nicht daran gezweifelt werden, dass es sich hier lediglich um pathologische Prozesse handelt. Was die scheinbar atavistische Scherenbildung bei manchen Krebsen betrifft, so dürfte die zustande gekommene

Digitized by Google

Aehnlichkeit mit älteren Formen nur eine rein äusserliche sein. Es werden ja auch beim Menschen manchmal unter pathologischen Bedingungen Formen gebildet, die eine gewisse Aehnlichkeit mit denen der Tiere haben und die in früher Zeit vielfach Veranlassung zu manchem Aberglauben wurden. So z. B. die Ziegenkopfähnlichkeit mancher Anencephalen, die Handähnlichkeit mancher Spaltfüsse und vieles andere. Man würde deswegen doch noch nicht sagen, dass hier wirklich eine Hand an Stelle des Fusses gebildet worden sei. Wir wissen, dass bei niederen Metazoen die Regeneration so vollständig ist, dass fast aus jeder Zelle ein neues Individuum entstehen kann. Aber auch selbst ein so vollständig regenerationsfähiges Wesen wie die Hydra ist kein äquipotentielles System, wie Przibram[1]) richtig hervorhebt. Es sind nämlich einzelne Abschnitte, die Tentakel, nicht imstande, ganze Hydras zu regenerieren. „Mit der Erreichung ihrer Bedeutung als Tentakel verlieren die hierzu verwendeten Zellen die Potenz zur Rumpfbildung. Dasselbe gilt von den Aktinien.“ Ich möchte hier nur gleich das Wort „verlieren“ beanstanden, denn es fragt sich, ob die Zellen der Tentakel jemals die Fähigkeit besessen haben, das ganze Individuum zu regenerieren. In dem Worte „verlieren“ liegt bereits eine epigenetische Tendenz.

Kleine, aus dem Körper einer Planarie herausgeschnittene Stücke bilden z. B. auch wieder eine Planarie, aber nicht eine normale, sondern einen verkleinerten Wurm. Es ist das dasjenige, was Morgan als Morphallaxis bezeichnet hat. Viele Wurmarten können zwar nicht aus jeder Zelle ein neues Individuum bilden, sind dagegen einer vollständigen Regeneration fähig, und bilden, wenn man sie durchschneidet, sowohl das Kopf- wie das Schwanzende aus dem Rest neu, so dass man ein Tier auf diese Weise in zwei teilen kann, und zwei fertige Tiere daraus resultieren. Je höher man im Tierreich aufsteigt, um so mehr verschwindet diese Regenerationsfähigkeit. Sie ist bekanntlich bei den Tritonen so hochgradig vorhanden, dass ganze Extremitäten, die Linse und die Schwänze regeneriert werden können. Bei den Eidechsen können nicht mehr die Extremitäten, wohl aber noch die Schwänze

1) Einleitung in die experimentelle Morphologie der Tiere. Leipzig 1904.

Digitized by Google

sich regenerieren. Aber man findet fast überall nahe verwandte Arten, bei denen die Regeneration viel geringer ist. So ist z. B. bei den meisten Insekten die Regenerationsfähigkeit ganz verloren gegangen, bei den Krustaceen und Heuschrecken dagegen noch ausgiebig vorhanden, und sie steht hier unter direktem Einfluss der betreffenden Nervenzentren. Es hat sich gezeigt, dass z. B. ein Auge regenerieren kann, wenn das zugehörige Ganglion erhalten ist, dagegen zu einer Antenne wird, wenn das zugehörige Ganglion zerstört ist. Bei den Krokodilen ist die Regeneration wesentlich verkümmert und beschränkt sich fast auf die gleiche geringe Regenerationsfähigkeit wie bei höheren Säugetieren. Bei den Vögeln und den Säugetieren ist nur noch eine Regenerationsfähigkeit aus gleichartigen Zellen vorhanden. Aus diesen allgemein bekannten Erfahrungen heraus hat man den Schluss gezogen, dass, je höher ein Tier differenziert ist, es um so weniger imstande ist, von einer Stelle aus komplexe Organe zu regenerieren, und um so mehr beschränkt sich die Regenerationsfähigkeit auf einzelne Gewebsarten.

Dabei ist noch besonders zu bemerken, dass die Regeneration im allgemeinen um so vollständiger ist, je jünger das Tier ist. Nussbaum und Sidoriak haben nachgewiesen, dass die eben ausgeschlüpften Embryonen von Salmo fario die kaudale Partie selbst dann regenerieren, wenn sie vor dem After durchschnitten ist. Bei Salmo trutta wird noch nach 3 bis 8 Tagen, wenn der Dottersack noch nicht resorbiert ist, der Schwanz inklusive 3 bis 4 Wirbeln und Chorda regeneriert (Wert). Aeltere Fische regenerieren nur noch die Flossen. Dabei ist aber zu beobachten, dass solche Fischembryonen nicht einfach mit jungen unausgewachsenen Fischen identifiziert werden dürfen, sondern diese jungen Fische haben eben noch nicht vollkommen ausdifferenzierte Gewebe, die aus diesem Grund noch mehr Eigenschaften in sich vereint enthalten, als wenn die Gewebe vollkommen ausdifferenziert sind.

Das ist es ja auch, was wir beim Menschen und den höheren Wirbeltieren sehen, dass immer nur Zellarten neu gebildet werden können von den gleichartigen noch vorhandenen Zellen, eine Erfahrung, die schon Remak erkannte und die Bard[1]) veranlasste,

1) Arch. de Physiologie 1886. Tm. 7. Serie III. S. 406.

Digitized by Google

zu dem erweiterten Virchowschen Satze zu kommen: „omnis cellula e cellula ejusdem generis“.

Das Studium der Karyokinese hat gerade beim Menschen sehr wichtige Resultate in bezug auf die Regenerationsfähigkeit der einzelnen Gewebe geliefert. Während man früher allgemein angenommen hatte, dass der tierische Körper sich innerhalb einer gewissen Zeit vollständig neu bildete, so konnte durch den Nachweis von Zellteilungsfiguren festgestellt werden, dass nur ein Teil der Gewebe in permanenter, sogenannter physiologischer Regeneration sich befindet. Ich konnte z. B. beim Menschen feststellen, dass eine solche physiologische Regeneration an den Epidermiszellen, den Talgfollikeln, den endothelialen Bedeckungen der inneren Oberfläche der Atmungswege und Verdauungswege, der Harnblase, der Gallenblase, der Geschlechtsorgane, den Ausführungsgängen der Drüsen und in den Lymphfollikeln stattfindet und dort zu jeder Zeit Kernteilungsfiguren nachweisbar sind. Dagegen finden sich keine Kernteilungsfiguren am Bindegewebe, in der Muskulatur, im Periost, in der Gehirnsubstanz, in den Gefässen und ganz besonders nicht in den echten sezernierenden Drüsen mit Ausnahme ihrer Ausführungsgänge. Auf den ersten Blick könnte es scheinen, dass hiervon die Talgfollikel, die sogenannten Uterindrüsen und die Lieberkühnschen Krypten eine Ausnahme bilden. Das ist aber nicht der Fall. Die Talgfollikel sind analoge Gebilde der Haarwurzeln. Sie bilden nicht ein eigentliches Sekret, sondern stossen fortwährend Zellen, die durch Fettmetamorphose zu Grunde gehen, nach aussen ab. Die Haarwurzeln dagegen stossen fortwährend durch Verhornung zu Grunde gehende Zellen ab. Man könnte also mit derselben Berechtigung sagen, die Haarwurzel sei ein drüsiges Organ und sezerniere das Haar. In den wirklich sezernierenden Drüsen dagegen gehen durch die Sekretion an und für sich Zellen nicht zu Grunde. Es ist also auch kein Bedürfnis für eine Regeneration vorhanden. Die Uterindrüsen sind keine echten Drüsen, vielmehr nur Schleimhautrecessus, wie schon daraus hervorgeht, dass bei Verlust der Schleimhaut aus diesen Schleimhautrecessus dieselbe regeneriert werden kann. Die Lieberkühnschen Krypten aber stellen ebenfalls nicht sezernierende Drüsen dar, wie etwa die Labdrüsen des Magens, sondern sie sind Einrichtungen,

Digitized by Google

die der Vergrösserung der Darmoberfläche dienen, ebenso wie die Zottenbildung.

Eine Sonderstellung nimmt die Milchdrüse ein, die dadurch besonders geeignet ist, die Beziehungen der Zellteilung zur Sekretion erkennen zu lassen. Man sieht nämlich in der Milchdrüse während ihres Wachstums zur Zeit der Schwangerschaft zahllose Mitosen. Wenn aber die Milchdrüse anfängt, wirklich zu sezernieren, so hört die Mitosenbildung vollständig auf. Auch die Labdrüsen des Magens sind geeignet, diese Unterschiede zu dokumentieren wegen ihres einfachen Baues. In den tieferen Abschnitten, wo die eigentliche Sekretion stattfindet, finden sich unter normalen Bedingungen niemals Mitosen, dagegen ganz regelmässig in den höher gelegenen Abschnitten, die die Ausführungsgänge der Drüsen bedeuten.

Wenn man nun sieht, was die Gewebsarten, die eine physiologische Regeneration haben, Gemeinsames besitzen, so ist es dasjenige der äusseren, man könnte geradezu sagen mechanischen Abnutzung. Die Funktion an und für sich bedingt nicht eine solche Abnutzung der Zellen, d. h. die Regeneration richtet sich tatsächlich nach dem Verbrauch. Daher könnte es erscheinen, als wenn die Lymphdrüsen eine Ausnahme darstellten, da sie ja nirgends an einer Oberfläche gelegen sind, sondern auch in den Schleimhäuten noch von Epithelzellen bedeckt werden. In Wirklichkeit muss man bedenken, dass fortwährend grosse Mengen von Wanderzellen durch die Schleimhäute und selbst durch die äussere Epidermis nach aussen wandern und zugrunde gehen. Es würde also in kürzester Zeit der Körper frei von solchen Wanderzellen sein. Dadurch entsteht offenbar ein Defekt, der die Lymphfollikel zur Tätigkeit anregt, wodurch es zur Neubildung von Zellen kommt.

Dass es in Wirklichkeit äussere und im wesentlichen mechanische Einflüsse sind, die die sogenannte physiologische Regeneration veranlassen, geht daraus hervor, dass wenn alle diese äusseren Einflüsse der Bewegung, der Reibung, des Austrocknens und der Temperaturdifferenzen aufhören, dann auch alle Mitosen aus dem Körper verschwinden. Solche Untersuchungen habe ich an winterschlafenden Murmeltieren und Igeln angestellt. Im Winterschlaf hört die Bewegung bis auf die sehr seltenen Atemzüge und

Digitized by Google

den sehr langsamen Herzschlag auf. Die Nahrungsaufnahme sistiert bei diesen Tieren ebenfalls vollständig. Die Temperaturdifferenz gegen die Aussenwelt verschwindet bis auf ein Minimum. Murmeltiere in einem 3° messenden Kellerraum hatten z. B. eine Aftertemperatur von 5°. In solcher Kältetemperatur ist natürlich auch die Austrocknung eine überaus geringe. In Wirklichkeit hat es sich nun gezeigt, dass bei solchen Tieren keine Kernteilungsfiguren mehr gefunden werden. Selbst die Spermatogenese sistiert während des Winterschlafs. Man könnte nun sagen, dass die Abkühlung die Ursache für das Aufhören der Kernteilungsfiguren wäre. Das ist aber nicht der Fall, denn wenn man solchen Tieren oberflächliche Verletzungen beibringt, so heilen dieselben auch während des Winterschlafs unter Zellteilungsvorgängen.

Man sieht also aus alledem, dass, wenn man die permanente Zellteilung gewisser Gewebsarten als eine physiologische bezeichnet, dieselbe für die einzelnen Gewebsarten doch einen pathologischen Prozess vorstellt, der sich allerdings für das Individuum als nützlich und notwendig erweist.

Man darf daraus nun natürlich nicht schliessen, dass nur die genannten Gewebsarten regenerationsfähig sind, sondern viele der anderen sind ebenfalls regenerationsfähig, sowie sie in solche Bedingungen versetzt werden, in denen sich die genannten Zellarten permanent befinden. Wenn man durch Abtragung der äusseren Haut das Bindegewebe oder das Fettgewebe an die Oberfläche bringt, oder wenn durch Entzündung oder Verletzung Defekte in denselben entstehen, so fangen die Zellen an, sich zu vermehren. Dasselbe sieht man an den Gefässen, am Periost usw. Alle diese Zellarten besitzen also eine Regenerationsfähigkeit, die sie nur unter normalen Bedingungen nicht auszuüben Gelegenheit haben.

Weitere Versuche haben gelehrt, dass auch die Drüsenzellen eine solche Regenerationsfähigkeit besitzen, aber in weit geringerem Masse als die Bindesubstanzzellen. Defekte in den Nieren, in der Leber, in Schleim- und Speicheldrüsen heilen stets nur mit Narbenbildung, und die Regeneration ist eine sehr beschränkte. Aber auch diese Zellarten haben ihre Vermehrungsfähigkeit noch nicht wesentlich eingebüsst, wie sich bei der kompensatorischen Hypertrophie zeigt. Besonders die Leber ist einer solchen Hypertrophie

Digitized by Google

fähig, dass Ponfick glaubte, dafür einen besonderen Namen, denjenigen der Rekreation, erfinden zu müssen.

Eine noch geringere Vermehrungsfähigkeit besitzt die quergestreifte Muskulatur. Bei Muskelwunden finden nur ganz geringe Ansätze zur Regeneration statt, die bei einer Kontinuitätstrennung niemals ausreichen, um eine Restitutio ad integrum herbeizuführen. Wie die Herzmuskulatur zeigt, heilen praktisch auch die kleinsten Defekte nur mit Substitution durch Bindegewebe.

Die Ganglienzellen haben ihre Regenerationsfähigkeit vollständig eingebüsst, ja unter gewöhnlichen Verhältnissen sogar ihre Wucherungsfähigkeit, und nur bei ganz seltenen Geschwülsten, denjenigen der sogenannten ganglionären Neurome sieht man, dass auch hier ein Rest von Wucherungsfähigkeit übrig geblieben ist.

Vollständig fehlt die Regenerationsfähigkeit bei den verschiedenen hochdifferenzierten Knochenzellen der Zähne.

Man sieht also, dass bei den höheren Tieren die Regenerationsfähigkeit dort am höchsten ist, wo die geringste Differenzierung besteht, nämlich bei den Bindesubstanzen, dass auch noch eine solche vorhanden ist bei dem etwas höher differenzierten Deckgewebe, dass die Regenerationsfähigkeit bei den stärker differenzierten Sekretionszellen schon wesentlich abgenommen hat, dass sie bei den hoch differenzierten Muskelzellen nur noch ungenügend vorhanden ist und bei den höchst differenzierten Ganglienzellen so gut wie ganz fehlt.

Bei allen diesen Betrachtungen entsteht nur eine Schwierigkeit, nämlich diejenige, was man als hoch differenziert zu bezeichnen hat, und diese Schwierigkeit tritt nicht nur bei den einzelnen Geweben hervor, sondern auch bei der Bestimmung der Organisationshöhe der Tiere.

Man hat sich von jeher Mühe gegeben, die Organisationshöhe der Tiere und Pflanzen festzustellen und ein Kriterium für den Grad ihrer Vollkommenheit zu finden. Aus allen Betrachtungen, die die Autoren darüber angestellt haben, geht hervor, dass ein solches absolutes Kriterium nicht zu existieren scheint. Die Entwicklungshöhe eines Organismus wird deswegen auch nach sehr verschiedenen Prinzipien gesucht. Man betrachtet ganz allgemein die vielzelligen Lebewesen höher stehend als die einzelligen. Unter

Digitized by Google

den vielzelligen betrachtet man wiederum diejenigen als die höher stehenden, die in ihrer geistigen Entwicklung am meisten leisten. Man hat gesagt, dass der Mensch mit seinem am höchsten entwickelten Gehirn an die Spitze gestellt wird, sei nur vom anthropozentrischen Standpunkt aus berechtigt. Man könne ebenso gut die Entwicklung irgend eines anderen Organes oder eines anderen Sinnes als Massstab betrachten, so z. B. des Geruchssinnes, dann würde man die Hunde auf die höchste Stufe der Entwicklung stellen, oder des Gesichtssinnes, dann würde man die Raubvögel an die Spitze stellen, oder der Kletterfähigkeit, dann würde man die Affen an die Spitze der Entwicklung stellen. Man hat gesagt, diejenigen Wesen sind am höchsten entwickelt, die den grössten Differenzierungsgrad erreicht haben. Aber wenn man definieren will, was diese Differenzierung bedeutet, so stösst man auch da wieder auf Schwierigkeiten. Man hat gesagt, dass diejenigen am höchsten entwickelt sind, die geologisch am jüngsten sind. Aber auch dieses Kriterium lässt sich nicht mit Sicherheit verfolgen, denn wenn wir die Entstehung des Menschen erst in das spätere Tertiär verlegen, so existieren die Vorfahren, aus denen er hervorgegangen sein muss, zweifellos schon sehr viel länger, und es kommt also garnicht darauf an, wann die Art entstanden ist, denn es sind im Tertiär auch andere Lebewesen entstanden, von denen wir doch behaupten, dass sie nicht auf der Organisationshöhe des Menschen stehen. Von diesen Gesichtspunkten aus würde es eine gewisse Berechtigung haben, wenn Viktor Franz[1]) zu dem Resultat kommt, dass es eine Organisationshöhe nicht gibt. Franz[2]) sagt ausserdem: „Im allgemeinen stellen die höher stehenden Tiergruppen jüngere Zweige am Stamme dar.“ Es könnte demnach scheinen, als sei eine Tier- oder Pflanzengruppe als um so höher organisiert zu betrachten, je später sie im Laufe der Erdgeschichte entstanden wäre. Ich möchte glauben, dass diese Betrachtungsweise unrichtig ist. Im Gegenteil ist anzunehmen, dass Tiere und Pflanzen mit einer weitgehenden Spezialisierung eine recht lange Vorgeschichte bereits besitzen, doch würde es natürlich nicht mög-

1) Die Welt des Lebens. Leipzig 1907.
2) l. c. S. 82.

Digitized by Google

lich sein, die Zeit, die verstrichen ist, auch nur vergleichsweise anzugeben und zu sagen, die eine hoch differenzierte Art ist älter als die andere. Denn der Grad der Differenzierung kann bei der einen Art in schnellen Sprüngen erreicht sein, während sie bei der anderen Art vielleicht durch allmähliche Entwicklung zustande kam.

Wenn man gleichzeitig Lebewesen, die auf niederer, und solche, die auf höherer Stufe stehen, nebeneinander findet, so kann das zweierlei besagen. Entweder sind die auf niederer Stufe stehenden später entstanden und wegen der Kürze der Dauer ihrer Existenz noch nicht so hoch entwickelt wie die übrigen, oder die ersten Anfänge beider sind gleichzeitig entstanden, die eine Art ist aber auf einer niederen Stufe stehen geblieben als die andere. Gegen die erstere Anschauung spricht die geologische Erfahrung, dass es zu allen Zeiten tiefer und höher stehende Lebewesen gegeben hat, dass in den ältesten Zeiten die ganze Fauna und Flora tiefer stehend war als in den späteren Zeiten. Die Ursache dafür, dass einzelne Lebewesen auf einer niederen Stufe stehen geblieben sind, könnte entweder darin liegen, dass dieselben so anpassungsfähig waren, dass die sich ändernden äusseren Verhältnisse keine weitere Entwicklung von ihnen verlangten. Oder sie waren so wenig änderungsfähig, dass sie auf dem primitiven Standpunkt stehen blieben trotz der Aenderung der Verhältnisse. Beides läuft im wesentlichen auf dasselbe hinaus. Dann ist aber auch in Zukunft an ihnen keine Aenderung zu erwarten.

Nun bin ich aber weiter der Ansicht, dass man sehr wohl imstande ist, bis zu einem gewissen Grade die Höhe der Organisation noch weiter zu definieren, nämlich aus dem Umstande heraus, dass zu den früher existierenden Organen neue hinzukommen, d. h. dass eine Arbeitsteilung eingetreten ist. Jede weitere Arbeitsteilung bedeutet eine höhere Differenzierung.

Die mehrzelligen Wesen betrachten wir deswegen als höher stehend als die einzelligen, weil diejenigen Funktionen, die beim einzelligen Wesen an dieser einen Zelle haften, bei den mehrzelligen auf eine Anzahl von Zellen verteilt sind.

Wenn zu der Urniere die Säugetierniere hinzutritt, so bedeutet das eine weitere Differenzierung, und wir können diejenigen Tiere mit der Säugetierniere als höher organisiert betrachten als solche,

Digitized by Google

die in ihrer Entwicklungsgeschichte nur zwei Nieren aufweisen, die Vorniere und die Urniere. Wenn an Stelle der Kloake ein differenziertes Darm- und Harnsystem auftritt, so bedeutet auch das wieder eine höhere Organisation. Deswegen stehen die Beuteltiere über den Kloakentieren, die Säugetiere über den Vögeln. Wenn die Beuteltiere Organe entwickeln, die sie befähigen, die Eier bis zur Entwicklung des Fötus bei sich zu behalten, so bedeutet das wiederum eine höhere Stufe als sie die eierlegenden Kloakentiere einnehmen. Man wende hier nicht ein, dass es vivipare Reptilien, Amphibien und Fische gibt, ja sogar vivipare Insekten, denn die Einrichtungen, die diese besitzen, um ihre Eier länger bei sich zu behalten, sind prinzipiell ganz andere als diejenigen, die die Beuteltiere von den Kloakentieren unterscheiden. Der Unterschied beruht wesentlich darauf, dass die bei diesen niederen Tieren sich im Körper entwickelnden Eier aus ihren eigenen Dottermassen die Nahrung zur Entwicklung nehmen, während bei den Beuteltieren und den Säugetieren eine Stoffwechselbeziehung bestehen bleibt zwischen Mutter- und Tochtertier.

Wenn endlich die Säugetiere einen entwickelten Uterus haben, wenn eine ausgebildete Plazenta hinzutritt, so bedeutet das wiederum eine höhere Differenzierung als bei den Beuteltieren, wodurch es ihnen ermöglicht wird, den Fötus bis zur vollständigen Entwicklung in ihrem Innern zu beherbergen und nicht schon in einem unentwickelten Zustande auszustossen.

Es beruht also durchaus nicht auf anthropozentrischer Anschauung, sondern auf rein objektiver Beobachtung, wenn man Säugetiere höher stellt als Beuteltiere, diese höher als die Kloakentiere, diese höher als die Vögel, diese höher als die Reptilien und diese wieder höher als die Amphibien usw. Innerhalb der Säugetierreihe ist man aber sehr wohl berechtigt, den Menschen als das höchst organisierte Tier aufzufassen und zwar aus dem Prinzip heraus, das überall angeführt wird, nämlich dass der Mensch durch die Entwicklung seines Gehirns das Uebergewicht über die übrigen Wesen besitzt. Wenn der Geruchssinn die Hunde, oder die Kletterfähigkeit die Affen befähigte, dadurch eine Herrscherstellung in der Welt einzunehmen, so würde man auch vom anthropozentrischen Standpunkt aus diese Tiere als ebenso hoch organisiert

Digitized by Google

ansehen müssen wie den Menschen. Man sieht also, dass es nicht richtig ist, wenn Franz schlechtweg sagt, es gibt keine Organisationshöhe, sondern er müsste sagen: „innerhalb der Klassen haben wir meist kein sicheres Kriterium für die Beurteilung der Organisationshöhe". Man sieht, dass, selbst wenn man sich nicht auf den anthropozentrischen Standpunkt stellt, wie es Franz bestrebt ist, man im übrigen doch zu einer objektiven Klassifizierung der Organisationshöhe gelangen kann, die vielleicht noch keine definitive ist, aber im grossen und ganzen doch den Tatsachen gerecht wird.

Schwieriger ist dasselbe Prinzip bei Pflanzen durchzuführen, obwohl man auch hier das Prinzip der Arbeitsteilung vielfach zu grunde legen kann und dadurch zu einer Art von Klassifikation gelangt. Ob es deswegen berechtigt ist, wie es Haeckel tut, den Kompositen die höchste Stelle einzuräumen, will ich dahingestellt sein lassen.

Bei dieser ganzen Betrachtung scheint mir das Prinzip der Arbeitsteilung in der Tat das Wesentlichste zu sein, und daraus erklärt sich ja auch die vorher angeführte Tatsache der Regeneration. Denn wenn die Arbeitsteilung so weit gegangen ist, dass die Funktion der Zellen nur noch einen Komplex weniger Primitivfunktionen darstellt oder sich überhaupt nicht mehr aufteilen lässt, so haben wir nicht nur eine vollständige Berechtigung, solche Zellarten als die am höchsten differenzierten zu bezeichnen, sondern auch von ihnen zu erwarten, dass sie nicht mehr imstande sind, Zellen verschiedener Art aus sich hervorgehen zu lassen. Die Zellen der sogenannten niederen Tiere mit ihrer weitgehenden Regenerationsfähigkeit ganzer Individuen oder komplexer Organe dokumentieren durch diese Fähigkeit, dass bei ihnen eine geringere Arbeitsteilung stattgefunden hat als bei den Zellen höher organisierter Tiere, bei denen sich die Regeneration lediglich auf die gleiche Zellart beschränkt, wodurch eine Neubildung ganzer Organe oder Körperabschnitte ausgeschlossen ist. Man ist also berechtigt, den Satz, dass eine weitgehende Regeneration nur bei niederen Tieren, und eine geringere nur bei höheren Tieren vorkommt, auch umzudrehen und zu sagen: Die weitgehende Regenerationsfähigkeit ist ein Zeichen einer geringeren Differenzierung, die geringe Re-

Digitized by Google

generationsfähigkeit ein Zeichen höherer Differenzierung. Das könnte im ersten Moment als ein Kreisschluss imponieren, ich glaube aber, dass aus der ganzen Betrachtung hervorgeht, dass diese Umkehrung des Satzes wohl berechtigt ist.

Dasselbe aber, was von den verschiedenen Tierarten gilt, gilt auch von den verschiedenen Arten der Zellen im Polyplastidenkörper. Sie sind in verschiedenem Grade regenerationsfähig, und auch hier kann man beobachten, dass je mehr eine Zelle differenziert ist, um so geringer sich ihre Regenerationsfähigkeit gestaltet. Wir werden also auch hier den Satz umdrehen dürfen und sagen, die Regeneration einer Zellart ist ein Kriterium für die Höhe ihrer Differenzierung.

Es könnte scheinen, als wenn zwischen vegetativer Vermehrung und Regeneration ein prinzipieller Unterschied bestände. Aber wie aus den Tatsachen hervorgeht, dass es zwischen diesen beiden Vorgängen eine scharfe Grenze nicht gibt, dürfte es feststehen, dass zwischen vegetativer Vermehrung und Regeneration nur ein gradueller und nicht ein prinzipieller Unterschied vorhanden ist. Bei Pflanzen scheint es auf den ersten Blick anders zu sein, denn man kann im allgemeinen sagen, dass die perennierenden Pflanzen vegetativ vermehrungsfähig sind, während die einjährigen Pflanzen das nicht sind. Es gibt aber auf beiden Seiten Ausnahmen von dieser Regel, und der Unterschied zwischen denjenigen Pflanzen, die eine vegetative Vermehrungsfähigkeit besitzen, und denjenigen, die sich nur durch Samen vermehren, beruht auf einer ganz anderen Bedingung, nämlich auf der Verteilung des Keimplasmas in diesen Pflanzen, worauf ich später noch zurückkommen werde.

Auch Göbel betont mit Recht, dass ein Unterschied besteht zwischen der sogenannten Regeneration bei Tieren und derjenigen bei höheren Pflanzen. Er meint, dass die Pflanzen, auch wenn sie „bereits Geschlechtsorgane hervorbringen, noch embryonales Gewebe in ihren Vegetationspunkten besitzen", also noch nicht in dem von den Tieren gebrauchten Sinne erwachsen sind. Ich meine, dass dieser Unterschied zurückzuführen ist darauf, dass bei Tieren das Keimplasma im wesentlichen auf die Geschlechtszellen beschränkt ist, während es bei der Mehrzahl der höheren Pflanzen

Digitized by Google

diffus durch den ganzen Körper verteilt ist. Ferner möchte ich hier einen bemerkenswerten Ausspruch Simroths[1]) zitieren. „Regenerationserscheinungen nehmen nach oben hin immer ab. Sie kommen den Schnecken zu, den Myriopoden, Spinnen, den Amphibien und Echsen. Sie fehlen, wie es scheint, den Insekten völlig, wie wohl noch die Heuschrecken ihre Sprungbeine durch gesetzmässige Autotomie dem Verfolger überlassen. Umgekehrt ist es bei Pflanzen, wo wir diejenigen, die eine ausgesprochene Stockbildung haben, zu den höheren rechnen. Farne und Palmen verzweigen sich wenig". Dasjenige, was mir aus diesem Satz bemerkenswert erscheint, ist der Umstand, dass Simroth betont, dass die Regenerationsfähigkeit mit der Organisationshöhe abnimmt. In gleichem Sinne drückt sich auch Przibram[2]) aus. Er betont die Wichtigkeit, dass es möglich sei, die Organisationshöhe eines Tieres aus der Regenerationsfähigkeit zu schliessen und sagt weiter: „Neben der allgemeinen Regenerationshöhe scheint auch eine besondere einseitige Anpassung, wie z. B. die Ausbildung des Schwanzes als Wehr- (Waran) oder Greiforgan (Chamäleon) die regenerative Potenz herabzusetzen. Weismann (1892 und 1899) und Brodage (1898) haben den Gedanken geäussert, dass die Regenerationsfähigkeit eines Gliedes von der Gefahr des Verlustes und der Wichtigkeit des Organs abhängig sei".

Weismann war also der Meinung, dass die Regenerationsfähigkeit der Tiere eine durch Selektion erworbene Eigenschaft sei. Andere, wie ganz besonders Morgan[3]) zeigten jedoch, dass die leichte Verletzbarkeit eines Körperteiles mit der Regenerationsfähigkeit nicht übereinstimmt, und sie wendeten sich deswegen gegen diese Anschauung von Weismann. Wir sehen, dass die Regenerationsfähigkeit schon bei einzelligen Tieren eine ausserordentlich grosse ist, und ich möchte daraus den Schluss ziehen, dass diese Regenerationsfähigkeit zu den ursprünglichen Eigenschaften des lebenden Protoplasmas gehört. Diese Anschauung vertritt auch

1) Entstehung der Landtiere. Leipzig 1901. S. 457.

2) Einleitung in die experimentelle Morphologie der Tiere. Leipzig 1904. S. 82.

3) Regeneration. New York 1901.

Digitized by Google

O. Hertwig[1]). Durch Vererbung ist diese Fähigkeit in verschiedener Weise auf die Tiere übergegangen, und es ist sehr wohl möglich, dass die Anschauung Weismanns deswegen doch richtig ist, dass die Selektion einen wesentlichen Einfluss darauf ausgeübt hat, bei welchen Tieren diese Regenerationsfähigkeit trotz weiterer Differenzierung sich erhält, während sie bei anderen als unnötige Eigenschaft verloren ging. Damit würden die Widersprüche in den Erscheinungen, die auf der einen Seite die Weismannsche Anschauung zu stützen schienen, auf der anderen Seite aber ihr widersprachen, fortfallen. Denn es kann Regenerationsfähigkeit als erbliche Eigenschaft bestehen und durch Selektion an bestimmten Stellen oder bei bestimmten Arten ganz besonders erhalten bleiben.

Das Wesentliche dieser Betrachtung ist nun dasjenige, dass man mit Bard für höhere Tiere zu dem Satz kommt: omnis cellula e cellula ejusdem generis, d. h. also, dass sich Zellen immer nur aus Zellen der gleichen Art entwickeln können. Eine wirkliche Metaplasie kommt in der Tat bei diesen Zellen nicht vor, und wenn man von Metaplasie der Zellen heutzutage in der Pathologie noch spricht, so meint man damit stets eine Formveränderung, aber keine Artveränderung der Zellen.

In älteren Lehrbüchern war sehr viel von Metaplasie die Rede, und man stellte sich vor, dass die Zellen vice versa füreinander eintreten könnten. Von diesen weitverbreiteten Anschauungen ist durch das genauere Studium eine nach der anderen abgebröckelt, und es ist von der ganzen Metaplasielehre der älteren Pathologen so gut wie nichts übrig geblieben. Es gibt hier nur noch die Umwandlung gewisser Bindegewebe in Knochengewebe, wie es z. B. in den Gefässen beobachtet worden ist oder auch experimentell im Bindegewebe des Bauchfells erzeugt wurde. Wenn Ribbert neuerdings beobachtet haben will, dass sich durch gewisse experimentelle Einflüsse bei Kaninchen aus Epidermis Talgfollikel gebildet hätten, so ist dabei zu bedenken, dass die Talgfollikel und die Epidermiszellen genealogisch sehr nahe verwandt sind. Diese Beobachtung Ribberts bedarf aber auch noch weiter der Bestätigung.

Sehr wichtig für diese Betrachtungen scheint mir auch die Er-

1) Allg. Biologie. Jena 1906.

Digitized by Google

fahrung bei der Teratombildung des Menschen. Es gibt zwei Arten von Teratomen, erstens solche, die angeboren sind und die deshalb als ausgesprochene Missbildungen, gewöhnlich als partielle Doppelbildungen aufgefasst werden. Dahin gehören die Steisstumoren, ferner die eingeschlossenen Parasiten und gewisse Tumoren des Mediastinums, die Epignaten usw. Diese kommen hier nicht in Betracht. Es gibt aber zweitens Teratome, die sich offenbar im späteren Leben erst entwickeln, das sind diejenigen, mit denen sich Wilms[1]) ganz besonders beschäftigt hat und die er wegen ihrer Zusammensetzung aus allen Keimschichten als Embryome bezeichnet. Diese Embryome, zu denen auch die Dermoidcysten der Ovarien gehören, entwickeln sich ganz bestimmt erst im späteren Leben und sind nicht angeboren. Man findet niemals bei einem neugeborenen Kinde eine solche typische Dermoidcyste im Ovarium. Sie sind von den eingeschlossenen Parasiten, die angeboren vorkommen, durchaus zu unterscheiden. Man hat sich nun gefragt, von welchen Zellen aus so komplizierte Geschwülste entstehen können, die Gewebe aller Keimblätter enthalten. Wilms nahm zuerst an, dass es sich um eine Art parthenogenetischer Entwicklung der Geschlechtszellen handele. Diese Anschauung ist später zurückgewiesen worden aus Gründen, auf die ich hier nicht näher eingehen will, die man aber wohl als zutreffend bezeichnen kann. An ihre Stelle haben Bonnet und Marchand die Vermutung gesetzt, es möchten diese Geschwülste aus frühzeitig abgeschnürten Furchungskugeln hervorgegangen sein, die unbenutzt liegen blieben und sich erst in späterer Zeit zu diesen komplizierten Geschwülsten entwickelten. Dieses hier angedeutete Prinzip ist von Wilms angenommen worden und im weiteren auch für Mischtumoren der Niere, der Harnblase und der Geschlechtsorgane durchgeführt worden. Ob diese Annahme richtig ist, lässt sich vorerst natürlich nicht exakt beweisen, aber es geht daraus hervor, dass man keine andere Möglichkeit gesehen hat, die Entstehung dieser Geschwülste zu erklären als aus Zellen, die noch nicht höher differenziert waren und infolgedessen noch die prospektive Potenz ent-

1) Die Mischgeschwülste. 3 Hefte 1899, 1900 u. 1902 und an verschiedenen anderen Stellen.

Digitized by Google

hielten, die verschiedensten Gewebsarten aus sich hervorgehen zu lassen. Da solche Zellen nur in frühester embryonaler Periode existieren, so müsste man die Zellen der Teratome auf das Liegenbleiben solcher Furchungszellen zurückführen. Keine Erfahrung der gesamten Pathologie deutet darauf hin, dass ausdifferenzierte Körperzellen imstande sind, solche komplizierten Geschwülste zu bilden.

Es wird nun die Unterscheidung zwischen somatischem Plasma und Keimplasma von manchen geleugnet, und zwar sind es auch hier wieder besonders die Botaniker, die ein Bedürfnis für eine Unterscheidung zwischen diesen beiden Plasmaarten nicht anerkennen. Lotsy[1]) spricht sich direkt in diesem Sinne aus. Wenn man nun verfolgt, welche Gründe ihn zu der Negierung dieses Unterschiedes geführt haben, so sieht man sofort, dass das solche sind, die lediglich aus botanischen Beobachtungen herstammen. Anknüpfend an Beobachtungen wie z. B., dass aus einem kleinen Stück eines Begonienblattes man imstande ist, eine ganz neue Pflanze zu bilden, sagt Lotsy auf S. 92: „Aber in bezug auf ungleichwertige Zellteilungen, wodurch die somatischen Zellen stets weniger und weniger Eigenschaften erhalten würden und dadurch die Fähigkeit zur Reproduktion der Art einbüssen würden, finden wir in den Tatsachen keine Stütze. Vielmehr geht daraus das Gegenteil hervor. Alle Zellen erhalten, da die Kernteilungen vollkommen gleichwertig sind, alle Eigenschaften der Art und müssen demnach potentiell imstande sein, die Art zu reproduzieren.“ Man sieht, dass Lotsy einerseits lediglich von der Voraussetzung ausgeht, dass die erblichen Substanzen ausschliesslich im Kern vorhanden sind, und dass er daraus nun eine rein theoretische Schlussfolgerung zieht, die aber mit den Tatsachen durchaus nicht übereinstimmt. Auch die logischste Deduktion ändert nichts an der Tatsache, dass bei der Mehrzahl der Tiere und bei grossen Gruppen von Pflanzen eine solche Reproduktion nicht möglich ist, sondern dass wir immer nur die neuen Individuen aus den Geschlechtszellen hervorgehen sehen. Ferner spricht dafür, dass das Keimplasma von dem somatischen Plasma in seiner Bedeutung

1) Vorlesungen über Deszendenztheorien.

Digitized by Google

getrennt werden muss, der Umstand, dass es Tiere gibt, bei denen schon bei der ersten Eifurchung das somatische Plasma von dem Keimplasma getrennt wird, so z. B. bei den Diogemiden, bei Rhodites rosae u. a. Wenn keine anderen Tatsachen vorhanden wären, die für eine solche Trennung des Keimplasmas von dem somatischen Plasma sprächen, so würde allein dieses Beispiel ausreichen, um zu zeigen, dass eine solche Trennung tatsächlich existiert. Weismann ist es ja auch gelungen, für einige Tierarten, bei denen eine solche Plasmateilung nicht bei der ersten Eifurchung eintritt, die Keimbahn zu verfolgen, und es hat sich für manche herausgestellt, dass schon in der vierten Zellgeneration das Keimplasma von dem somatischen getrennt ist. Das sind für mich so schwerwiegende Gründe für die Annahme eines besonderen Keimplasmas, dass alle möglichen Einwendungen, die man dagegen angeführt hat, nicht stark genug sind, um diese Gründe zu überwinden. Freilich zeigt nun dasjenige, worauf sich Lotsy beruft, nämlich dass man aus einem ganz kleinen Stück eines Begonienblattes immer wieder die ganze Pflanze reproduzieren kann, deutlich genug, dass hier eben etwas ganz anderes eingetreten ist, als z. B. bei den höheren Säugetieren. Wenn die gleiche Verteilung des Keimplasmas bei diesen vorhanden wäre wie bei den Begonien, so müsste man auch aus jedem Zellkomplex eines Säugetieres das ganze Tier reproduzieren können. Die Mehrzahl der Pflanzen verhält sich also in der Tat in dieser Beziehung ganz anders als die Mehrzahl der Tiere. Das Keimplasma ist in ihnen überall verteilt, und daraus erklären sich auch noch viele andere Erscheinungen bei Pflanzen, die bei den Tieren fehlen, und es warnt das wiederum vor der schon in der Einleitung erwähnten Gefahr, die besteht, wenn man Schlussfolgerungen aus der Betrachtung einzelner Gruppen der Lebewesen zieht und dieselben durch Verallgemeinerung auf die übrigen überträgt.

Ich meine, alle Tatsachen, die später gefunden worden sind, haben durchaus die Anschauungen Nägelis von dem Idioplasma bestätigt. Das heisst, es hat sich gezeigt, dass in dem Ei potentiell alle Eigenschaften des übrigen Körpers enthalten sind und zwar in einer ganz bestimmt geformten Weise. Es hat gewisse Schwierigkeiten gemacht, besonders auch infolge der komplizierten Hilfs-

Digitized by Google

theorien, die Weismann in diese Frage hineingetragen hat, sich vorzustellen, dass in einer Zelle unzählbar viele, an bestimmte Formbestandteile gebundene Eigenschaften vorhanden sein sollen, aber seitdem de Vries gezeigt hat, dass diese Zahl durchaus nicht so übermässig gross gedacht zu werden braucht, um durch Kombination die aller-mannigfaltigsten Erscheinungen hervorzubringen, steht zu einer solchen Annahme keine logische Schwierigkeit im Wege. Lotsy sagt S. 98 ganz zutreffend: „So wie man mit 26 Buchstaben eine unendliche Zahl sehr verschiedener Bücher schreiben kann, indem man sie in verschiedener Weise kombiniert, so kann man mittels verschiedener Kombinationen einer verhältnismässig geringen Pangenenzahl recht verschiedene Plasmaarten zusammenstellen."

Gewisse Erscheinungen scheinen diesen Betrachtungen entgegenzustehen, so die Beobachtung, dass bei Cecidien latente Eigenschaften wieder hervortreten können. So ist es z. B. nicht möglich, aus einem Blatt der Poa nemoralis die Pflanze zu reproduzieren, wenn aber durch Cecidomya poae eine Galle entsteht, so kann man aus dieser Galle eine neue Pflanze züchten.[1])

1) Die Gallen sind auch in anderer Beziehung noch von grossem Interesse. Es zeigt sich nämlich bei dem Studium derselben, das ihre Differenzierung abhängt von der Art der Pflanze und von der Art des Tieres, dass die Galle hervorbringt. Cecidien ein und derselben Pflanze nehmen unter dem Einfluss verschiedener Parasiten verschiedene Formen an, bei der Einwirkung derselben Parasiten aber immer dieselben Formen. Das zeigt, dass das Wachstum der Galle nicht, wie es von manchen Pathologen angenommen wird, lediglich die Folge eines Defektes, d. h. einer Gewebsentspannung ist, sondern dass hier ein direkter Wachstumsreiz chemischer Natur vorliegt. Sehr merkwürdig ist dabei, dass manche Gallen in ganz bestimmter Weise der Lebensform der Parasiten angepasst sind. So gibt es z. B. Gallen, die eine Art von Deckel bilden, der zur Zeit der Reife des Parasiten eintrocknet und abfällt. Man sieht also hier, dass bei den Pflanzen eine Anpassung eintritt, die lediglich zum Nutzen des Parasiten dient und von der wir einen Nutzen für die Wirtspflanze nicht zu erkennen vermögen. Wenn ein solcher wirklich nicht vorhanden ist, so würde es sich hier um das sehr merkwürdige Beispiel handeln, dass ein Lebewesen eine Differenzierung erlangt lediglich zum Nutzen eines anderen Lebewesens, während in der ganzen übrigen Biologie solche Anpassungen immer auf Gegenseitigkeit beruhen, wie es z. B. am deutlichsten bei den Befruchtungseinrichtungen der Pflanzen mit Hilfe der Insekten zutage tritt.

Digitized by Google

Es ist zu bemerken, dass dieses Beispiel erstens wiederum dem Pflanzenreiche entnommen ist, wo eine allgemeine Verteilung des Keimplasmas sehr verbreitet ist. Zweitens aber verweise ich auf den vorher erwähnten Umstand, dass man sich nicht eine reinliche Scheidung der Plasmaarten vorstellen darf, und dass gerade dieses Beispiel an der Poa nemoralis beweist, dass Plasmaarten latent vorhanden sein können und durch irgendwelche Reize wieder aktiv werden können. Es spricht aber auf keinen Fall diese Beobachtung gegen eine Scheidung von Keimplasma und somatischem Plasma oder gegen die vorher geschilderte Anschauung über die Verteilung der Idioplasmen bei der Zelldifferenzierung während der Ontogenese.

Noch einen anderen möglichen Einwand möchte ich hier anführen, der von folgender Beobachtung ausgeht. Bei den Brutkörnern und den Keimscheibchen von Marchantia ist es zunächst unbestimmt, welche Seite zur oberen und welche Seite zur unteren Seite des Marchantiathallus wird, obgleich Marchantia im hohen Grade dorsiventral ist. Die obere Seite weicht in ihrer Struktur bedeutend von der unteren ab. Setzt man solche Brutkörner oder Keimscheibchen zwei bis drei Tage lang der Einwirkung des Sonnenlichtes aus, so ist am Ende dieser Exposition gar keine dorsiventrale Einwirkung sichtbar. Dennoch ist dann aber unwiderruflich bestimmt, dass die Seite, welche belichtet war, zur Oberseite, die andere zur Unterseite werden wird. Daran ändert sich nichts mehr, auch wenn man die Brutkörner oder Keimscheibchen nachher dreht und wendet[1]). Der vorübergehende Reiz genügt also, um auf die ganze künftige Entwicklungsperiode einzuwirken und ist hierzu notwendig. Man könnte daraus schliessen, dass erst durch die Belichtung die einzelnen Teile im Ei determiniert werden. Das ist aber nicht der Fall, sondern ganz offenbar findet hier nach Art eines Heliotropismus eine bestimmte Umlagerung der ursprünglich im Ei schon irgendwie lokalisierten Eigenschaften statt, und da während der Belichtung gleichzeitig die Entwicklung beginnt, so werden die Teile in ein Verhältnis zueinander gebracht, aus dem sie später durch erneute Belichtung

1) Lotsy. S. 31.

Digitized by Google

nicht wieder herausgerückt werden können. Es spricht also diese Beobachtung viel mehr für eine Determination in der Eizelle und für eine besondere Struktur des Keimplasmas, als gegen diese Anschauungen.

Zunächst ist es nun wichtig, daran festzuhalten, dass, gerade so wie bei einem Tier durch die Vermehrung immer nur dasselbe Tier entstehen kann innerhalb gewisser Variationsbreiten, auch bei den einzelnen Zellen immer nur die gleichen Zellen hervorgehen bei allen denjenigen Tieren, die hoch differenziert sind, d. h. die Zellen sind immer nur imstande, die gleichen Zellen hervorzubringen, wie oben schon aus dem Satze von Bard hervorging. Bei denjenigen Tieren aber, bei denen komplizierte Regenerationsfähigkeit besteht, müssen wir annehmen, dass diesen Zellen auch komplexe Eigenschaften innewohnen, d. h. dass sie verschiedenartige Plasmen enthalten, die imstande sind, einzeln in Funktion zu treten und dadurch die verschiedenartigsten Gewebe aus sich hervorgehen zu lassen. Bei Pflanzen hat sich ganz das gleiche Prinzip ergeben, wie denn auch Klebs[1]) sagt: „Wenn eine Blattanlage, die zu Verschiedenem fähig ist, an dem einen Orte zu einem Niederblatt, an einem andern zu einem Laubblatt wird, so geschieht dies, weil an den bestimmten Orten ein bestimmter Komplex innerer Bedingungen herrscht". Selbst Eimer[2]), der eine viel grössere Neigung zur epigenetischen Anschauung besitzt, sagt ausdrücklich: „Es gibt Metazoen, deren Körper, indem er sich teilt, oder indem er sich durch Knospung vermehrt, unsterblich sein kann. Es gehören hierher die Fälle, in welchen die Arbeitsteilung an Tieren noch keine grössere Ausbildung erreicht hat (viele Zoophyten z. B. Hydra) und andere, in welchen jener Körper aus gleichwertigen Teilen besteht, in die er zerfallen kann (unter anderen Ringelwürmer wie Nais). In beiden Fällen kann eine solche — vielleicht unendliche — Vermehrung des Soma ohne Zuhilfenahme der Keimzellen nur deshalb stattfinden, weil die Teile alle Eigenschaften, ‚weil sie die volle Mischung' des Ganzen haben".

1) Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903.
2) Entstehung der Arten. Bd. I. Jena 1888. S. 75.

Digitized by Google

Ich meine also, die tiefer stehenden Organismen mit ausgiebiger Regenerationsfähigkeit lassen uns erkennen, dass in den einzelnen Zellen aus der Eizelle verschiedene Eigenschaften übergetreten sind. Die höheren Organismen dagegen, bei denen aus den Zellen immer nur die gleichartigen Zellen entstehen können, besitzen eine Teilung dieser ursprünglich im Ei vereinigten Eigenschaften in einer solchen Weise, dass auch nicht mehr der leiseste Rest der übrigen Eigenschaften bemerkbar ist.

Wäre es, wie es Hertwig annimmt, dass alle Eigenschaften der Eizelle auch in die Körperzelle übergingen, so wäre es ganz unverständlich, warum nicht verschiedene Zellarten, je nach Bedürfnis vice versa für einander eintreten könnten, warum nicht die in ihnen vorhandenen und nach Hertwig latent anzunehmenden Eigenschaften bei vorhandenem Bedürfnis hervortreten. Das ist aber keineswegs der Fall, auch nicht unter den kompliziertesten pathologischen Bedingungen.

Vor allen Dingen müsste es sich zeigen, dass, wenn Zellen in andere Situationen gebracht werden, als ihnen normalerweise zukommen, sie dann ihren Artcharakter ändern müssten. Auch das ist nicht der Fall. Betrachten wir zunächst embryonale Verwerfungen. Es kommt bekanntlich sehr häufig vor, dass sich Zellarten an einer ganz anderen Stelle gefunden haben, als ihnen normalerweise zukommt. Das beste Beispiel dafür geben die Nebennierenzellen ab. Man findet solche gelegentlich in kleinen Gruppen in die Nierensubstanz eingebettet. Sie stehen hier unter den gleichen Bedingungen wie die Nierenzellen, und trotzdem behalten sie selbst bei der Geschwulstbildung ihren Charakter als Nebennierenzellen bei und nehmen niemals denjenigen oder die Funktion der Nierenzellen an. Es kommt vor, dass sich Knorpelzellen im Innern von Organen finden, wo sie nicht hingehören, z. B. ebenfalls in den Nieren, oder in den Ovarien, in den Hoden, in der Mamma, in der Lunge oder anderwärts. Auch hier behalten sie stets ihren Charakter als Knorpelzellen, können auch zu Chondromen auswachsen, nehmen aber niemals die Form der betreffenden Organe, in die sie verworfen wurden, an, bleiben also absolut konstant.

Bei der Bildung maligner Geschwülste kommt es sehr häufig

Digitized by Google

zum Transport der Zellen von der Muttergeschwulst in andere Organe hinein, und man sieht, dass, wenn die Zellen der Geschwulst bestimmte differenzierte Eigenschaften besitzen, diese Eigenschaften auch den metastatischen Geschwülsten anhaften. Wenn die Zellen in der Muttergeschwulst z. B. die Fähigkeit besitzen, zu verhornen, so bleibt in der Regel auch diese Eigenschaft in den Metastasen. Auch hier bilden sich dann Hornkrebse. Die schleimproduzierenden Krebse des Mastdarms machen schleimproduzierende Metastasen in den Lymphdrüsen, in der Lunge und anderwärts. Die galleproduzierenden Krebse der Leber produzieren auch Galle, wenn sie in Lymphdrüsen oder selbst in das Gehirn metastasieren. Ja auch diejenigen Zellarten, die eine ausgesprochene innere Sekretion besitzen, behalten diese ausserordentlich spezialisierte Eigenschaft während der Geschwulstbildung bei. So tritt bei gewissen Krebsen des Pankreas, die nicht zu stark anaplastisch sind, kein Diabetes ein, selbst wenn das ganze Pankreas dadurch zerstört wird. So entwickelt sich kein Myxödem, wenn Metastasen von geringer Anaplasie eines Schilddrüsenkrebses sich entwickeln und der Primärtumor mit vollständiger Entfernung der Schilddrüse exstirpiert wurde.

Das alles zeigt uns, dass die Konstanz der Zellen eine so ungeheure ist, dass sie auch unter den allerverschiedensten Bedingungen nicht aufhört, und dass die Zellen ihre einmal bei der Entwicklung erlangten Fähigkeiten mit grosser Zähigkeit festhalten. Es würde das ganz unverständlich sein, wenn alle Eigenschaften des Eies in alle Zellen gleichmässig übergingen und nur einzelne derselben in Funktion treten. Man kann in Wirklichkeit nur annehmen, dass jede Zellart auch nur eine beschränkte Zahl von Eigenschaften bei der Entwicklung erhält, die dann die Art der Zelle charakterisiert.

Hier wären dann auch zur weiteren Untersuchung dieser Anschauung die Erfahrungen anzuführen, die bei den zahlreichen Versuchen über Transplantation gemacht worden sind. Denn es gehört ja auch zur Differenzierung der Zellen, dass sie imstande sind, nur an ganz bestimmten Stellen des Körpers existieren zu können in unmittelbarer korrelativer Abhängigkeit von ihrer ebenfalls differenzierten Umgebung. Es ist niemals gelungen, irgend

Digitized by Google

eine Zellart durch Transplantation an eine Stelle des Körpers zu bringen, die von ihrer normalen Situation im wesentlichen abweicht. Bringt man z. B. ein Oberflächenepithel in das Innere eines Organs, so kann es sich dort eine Zeitlang erhalten, auch gelegentlich noch etwas wachsen, aber niemals wird es dauernd dort verbleiben oder sich in anderes Gewebe umwandeln, sondern sehr bald degenerieren und resorbiert werden. Dasselbe gilt vom Periost, und dasselbe gilt von den übrigen Zellarten. Solche Versuche sind zahlreich angestellt worden, weil man immer die Vorstellung hatte, man könnte dadurch die Entwicklung von Geschwülsten erzeugen. Das ist aber in Wirklichkeit niemals gelungen, selbst dann nicht, wenn man embryonale Zellen verpflanzte, die noch nicht ausdifferenziert waren. Solche embryonalen Zellen gehen vielmehr entweder gleich zugrunde oder erst nachdem sie sich vorher ausdifferenziert haben.

Also auch unter diesen Bedingungen sieht man wieder, dass die Zellarten zu einer absoluten Konstanz gelangen nicht nur in bezug auf ihre Funktion, sondern auch in ihren gegenseitigen Beziehungen, und auch dieses würde nicht erklärlich sein, wenn die Art der Zelle eine Folge ihrer Situation oder ihrer Funktion wäre. Die Art ist offenbar dasjenige, was primär entsteht, und die Funktion und die Situation ist von dieser Artbildung in jeder Beziehung abhängig. Das sind im wesentlichen die Gründe, die mich zu der Annahme zwingen, eine Präformation anzunehmen in der Weise, dass bereits im Ei alle Eigenschaften der Körperzelle in irgend einer Weise vorgebildet sein müssen, und dass sich diese Eigenschaften bei der Entstehung der Zellen aus dem Ei auf die verschiedenen Zellen verteilen. Ich bin nicht imstande, das anders zu nennen als eine auf Präformation beruhende Evolution, und kann mich deshalb nicht den rein epigenetischen Anschauungen anderer Autoren anschliessen.

Ich habe aber an anderer Stelle schon auseinandergesetzt[1]), warum ich mir nicht vorstelle wie manche Autoren und besonders Weismann, dass die ursprünglich im Ei vereinten Eigenschaften in den später sich entwickelnden Zellen reinlich ge-

1) Studien über die Spezifizität, den Altruismus und die Anaplasie der Zellen.

Digitized by Google

schieden werden, sondern warum ich annehme, dass die Zellen des fertigen Körpers wohl alle Eigenschaften enthalten, aber nicht, wie Hertwig sich vorstellte, gleichmässig verteilt, sondern immer eine oder mehrere Eigenschaften in der Ueberzahl, wodurch dann diese besonders hervortreten. Da dies nicht unmittelbar zu unserem hier zu besprechenden Thema gehört, so will ich darauf hier nicht näher eingehen und verweise auf meine früheren Angaben, an denen ich mich auch durch die neueren Untersuchungen im Prinzip nicht genötigt sehe, etwas zu ändern. Wenn ich in Folgendem kurz von der Beschränkung des Keimplasmas auf die Keimzellen spreche, so meine ich das stets in dem hier angedeuteten Sinne.

Ich gebe nun gern zu, dass es noch keineswegs feststeht, wie diese Verteilung der einzelnen Eigenschaften in der Zelle erfolgt. Es ist aber, wenn man nur an dieser Tatsache festhält, mit Rücksicht hierauf allein ziemlich gleichgiltig, wie diese Verteilung zustande kommt, ob die Eigenschaften ausschliesslich im Kern oder im Protoplasma des Eies oder in beiden zu suchen sind. Es ist auch gleichgiltig, ob sie durch eine sichtbare oder unsichtbare inäquale Teilung der Zellen sich entwickelt. Das einzige, worauf es ankommt, ist, dass durch die Tatsachen feststeht, dass diese Arbeitsteilung eine absolut konstante ist, die durch keinen Einfluss in späterer Zeit wieder verschwinden kann und immer auf dem jeweiligen durch die Entwicklung zustande gekommenen Höhepunkt beharrt. Und zwar ist es wiederum wichtig, daran festzuhalten, dass diese besondere Form der Arbeitsteilung nicht erst später erlangt wird, wenn die Zellen bestimmte Situationen eingenommen haben, sondern dass entweder schon vorher die Eigenschaften der Zellen spezialisiert sind, oder es im Moment werden, wo sie beginnen, die veränderten Situationen einzunehmen.

Wenn bei gewissen Geschwulstbildungen eine Entdifferenzierung im bestimmten Sinne eintritt, die ich mit dem Namen der Anaplasie belegt habe, so beruht dies nicht darauf, dass die Zellencharaktere den Weg zurücknehmen, den sie bei der Entwicklung genommen hatten, sondern darauf, dass sie gewisse, sie charakterisierende Eigenschaften verlieren, wodurch die in geringerer Menge vorhandenen, latenten Eigenschaften eine grössere Bedeutung gewinnen. Die Anaplasie bei den Zellen maligner Geschwülste hat

Digitized by Google

also eine ganz andere Bedeutung, als wenn bereits durch die Entwicklung differenzierte Zellen zu embryonalen undifferenzierten würden, und anaplastische Zellen sind also von embryonalen Zellen vollkommen verschieden. Die Anaplasie der Geschwulstzellen, auf die ich hier nicht näher eingehen will und derentwegen ich auf meine „Zellstudien“ und auf meine „Diagnose der bösartigen Geschwülste“ verweise, widerspricht nicht meiner Anschauung über die Präformation, stellt vielmehr einen weiteren Beweis für dieselbe dar.

In einem späteren Kapitel über den Altruismus werden wir sehen, dass die Präformation mit den Erscheinungen des Altruismus eng zusammenhängt, und dass sich dabei eine gegenseitige theoretische Stütze dieser beiden Erscheinungen ergibt.

Digitized by Google

3. Kapitel.

Arten und Varietäten.

Alle Autoren, die sich bisher mit der Klassifizierung des Tier- und Pflanzenreiches beschäftigt haben, oder sich eine Vorstellung darüber zu bilden versuchten, wie die einzelnen Formen der Lebewesen sich entwickelten oder miteinander in Zusammenhang stehen, sind auf die Schwierigkeit gestossen, zu definieren, wie man Arten und Varietäten von einander unterscheiden soll. Von dem Moment an, wo man ein sogenanntes natürliches System eingeführt hat, also im wesentlichen seit Linné, ist diese Frage stets eine brennende gewesen und bis auf den heutigen Tag geblieben. Ganz besonders musste es natürlich Darwin daran liegen, diese Schwierigkeit in das rechte Licht zu setzen, und wenn man beobachtet, wie häufig er in seiner „Entstehung der Arten" auf diesen Punkt zurückkommt, so gewinnt man fast die Ueberzeugung, dass seine gesamten Betrachtungen und Studien von der Erkenntnis ausgegangen seien, dass man nicht imstande ist, die Arten von den Varietäten in genauer Weise zu unterscheiden. Ich greife einige charakteristische Stellen heraus, z. B. diejenige auf S. 69, wo er sagt: „Wir haben gesehen, dass es kein untrügliches Unterscheidungsmerkmal zwischen Arten und stark ausgeprägten Varietäten gibt, und in jenen Fällen, wo Mittelglieder zwischen zweifelhaften Formen noch nicht gefunden worden, sind die Naturforscher genötigt, ihre Bestimmung von der Grösse der Verschiedenheiten zwischen zwei Formen abhängig zu machen, indem sie nach Analogie urteilen, ob deren Betrag genüge, um nur eine oder alle beide zum Range von Arten zu erheben". Und

Digitized by Google

dann folgende auf S. 325: „Es ist nun äusserst wichtig, sich zu erinnern, dass die Naturforscher keine goldene Regel haben, um mit deren Hilfe Arten von Varietäten zu unterscheiden“. Es liessen sich leicht über 20 Stellen in seinem besagten Buche und auch anderwärts auffinden, in denen er auf diesen Punkt zurückkommt.

Der Satz, der auf S. 497 des genannten Werkes sich befindet, deutet darauf hin, dass Darwin nicht die Möglichkeit sieht, wie von anderen Autoren ein scharfer Unterschied zwischen Varietäten und Arten gemacht wird. Es heisst nämlich dort: „Wenn man zwei oder drei oder noch mehr Mittelglieder entdeckte, so würde man sie einfach als ebenso viele neue Arten einreihen, zumal wenn man sie in ebenso viel verschieden geologischen Abteilungen fände, wären in diesem Falle ihre Unterschiede auch noch so klein.“ An anderer Stelle[1]) sagt er: Ob Formen als Spezies oder Varietäten zu bezeichnen sind, wird von den Naturforschern entschieden: „nämlich durch den Betrag an Verschiedenheiten zwischen ihnen, und ob derartige Verschiedenheiten sich auf wenige oder viele Punkte ihres Baues beziehen und ob dieselben von physiologischer Bedeutung sind; daher noch spezieller durch den Umstand, ob sie konstant sind“. Andere Autoren haben sich in ähnlichem Sinne vielfach geäussert. Ich zitiere von diesen hier nur Eimer[2]) und zwar besonders deswegen, weil dieser in vieler Beziehung ein Gegner Darwins ist. In diesem Punkte aber stimmt er vollständig mit ihm überein. Er sagt z. B. S. 1: „Arten sind, wenn wir eine Grenze zwischen beiden überhaupt feststellen können, von Abarten nur dadurch unterschieden, dass sie nach oben und nach unten von ihren Verwandten durch die Unmöglichkeit unbegrenzter fruchtbarer geschlechtlicher Mischung getrennt, sofern sie als ungeschlechtlich sich vermehrende Formen nicht durch scharfe, morphologische Merkmale an sich abgegrenzt sind“. Und S. 4: „Ausserdem wird es stets dem Einzelnen überlassen bleiben, innerhalb gewisser Grenzen unter Arten zu verstehen, was er will“. Endlich S. 34: „Abarten und Arten sind also im wesentlichen nichts als auf verschiedenen Stufen der Entwicklung bezw. auf

1) Abstammung des Menschen. Bd. I. S. 188.
2) Entstehung der Arten. Bd. I. Jena 1888.

Digitized by Google

bestimmten Stufen des phyletischen Wachstums stehende Gruppen von Formen". Aber auch schon lange vor Darwin ist diese Schwierigkeit in die Erscheinung getreten, und man hat sich bemüht, die Nähe der Verwandtschaft zwischen Tieren durch bestimmte Formeln auszudrücken. So beschäftigt sich Blumenbach[1]) ausführlich mit dieser Frage und er zitiert Frisch mit folgenden Worten: „Wenn sich Tiere von Natur miteinander gatten, so ist solches ein unfehlbares Kennzeichen, dass sie von einerlei Spezies sind". Auch Buffon betrachtete als Arten alle diejenigen Formen, welche bei Kreuzung miteinander entweder keine oder unfruchtbare Nachkommen hervorbringen, während diejenigen Formen, welche bei Kreuzung vollkommen fruchtbare Nachkommen erzeugen, nach seiner Ansicht Varietäten oder Rassen sind. Dies also schon frühzeitig erkannte Kriterium ist in die modernen Anschauungen übergegangen und tritt bei vielen Autoren wieder hervor, nur mit dem ganzen Apparat moderner Kenntnisse verbrämt. So finde ich auch bei Plate den Satz: „Zu einer Spezies gehören alle Individuen, welche sich andauernd fruchtbar untereinander fortpflanzen können und bei gleichen äusseren Bedingungen auf korrespondierenden Alters- und Generationsstufen (wegen des Generationswechsels) annähernd dieselben Merkmale zeigen. Hierin liegt zugleich ausgedrückt, dass eine scharfe Definition einer Art überhaupt nicht möglich ist." Ich möchte auch Mendel hier zitieren, der zu folgendem Satze kommt: „So wenig man eine scharfe Unterscheidungslinie zwischen Spezies und Varietäten zu ziehen vermag, ebenso wenig ist es bis jetzt gelungen, einen gründlichen Unterschied zwischen den Hybriden der Spezies und Varietäten aufzustellen". Hierzu bemerkt der Herausgeber der Mendelschen Arbeit Tschermak, dass diese Anschauung von nicht wenigen neueren Forschern beanstandet werden würde. Besonders hat sich auch schon Korrens dagegen gewendet und zwar auf Grund des Unterschiedes, an den Mendel bei den Hieratien einerseits und bei Pisum und Phasäolus andererseits erinnert. Er ist der Ansicht, dass die gleichmässige Mischung in der ersten Generation und Konstanz aller Formen für die Hybriden, gleichförmig

1) De generis humanis varietate nativa. Göttingen 1795.

Digitized by Google

in der ersten Generation, Spaltung erst in der zweiten Generation für die Bastarde spräche. Er führt dann noch weitere Beispiele von Pflanzen an. Mendel zitiert bei den Hieratien auch Nägeli, der bekanntlich einer der besten Hieratienkenner war. Und er gibt ebenfalls an, dass die Hieratien die mit am stärksten variierenden Pflanzen sind, deren einzelne Varietäten aber vollständig konstant sind und nicht ineinander überzuführen sind, so dass also hier das Auftreten zahlreicher Varietäten nicht mit dem Vorhandensein einer starken Variationsfähigkeit zusammenfällt.

Uebrigens kommen typische Mendelsche Fälle bei Kreuzung von Arten nicht vor. Das ist in der Botanik längst bekannt, aber auch für die Artkreuzung bei Tieren, bei der sich fast stets intermediäre Hybriden bilden. Das gilt für die Bastardierung bei Säugetieren und bei Vögeln, aber auch bei Amphibien, Süsswasserfischen und Schmetterlingen. Gross[1]) konstatiert nur einen Fall aus der Literatur, der diesem widerspricht. Blaauw kreuzte ein Weibchen der weissen Schneegans mit einem Männchen der blauen. Die drei erzielten Jungen zeigten genau die Färbung des Vaters. Die blaue Farbe war also dominierend. Blaauw selbst zieht aber den Schluss daraus, dass es sich lediglich um Färbungsvarietäten handelt. Auch bei Kreuzung von Rassen und Varietäten haben die Mendelschen Regeln nicht allgemein Geltung, vielmehr ergeben auch solche in sehr vielen Fällen intermediäre Bastarde. Nach Gross' Ansicht sind die Mendelschen Fälle zwar gesetzmässig, aber verhältnismässig seltene Erscheinungen.

Noch deutlicher geht diese Schwierigkeit, Arten und Varietäten zu unterscheiden, hervor, wenn man sieht, wie hervorragende Zoologen, die in die Lage kommen, die Artbegriffe zu definieren, sich winden müssen, um eine Formel zu finden, die einer Definition ähnlich sieht. So sagt z. B. Möbius[2]): „Speziesbegriffe sind geistige Bilder, Typen aufgehoben auf dem Flusse der genetischen Individuenreihe." Ich glaube nicht, dass durch solche und ähnliche Definitionen der Begriff der Arten und ihre Unterscheidung

1) Ueber einige Beziehungen zwischen Vererbung und Variation. Biolog. Zentralbl. 1906. S. 395.

2) Die Artbegriffe und ihre Verhältnisse zur Abstammungslehre. Zoolog. Jahrbücher. 1. Bd. 1886.

Digitized by Google

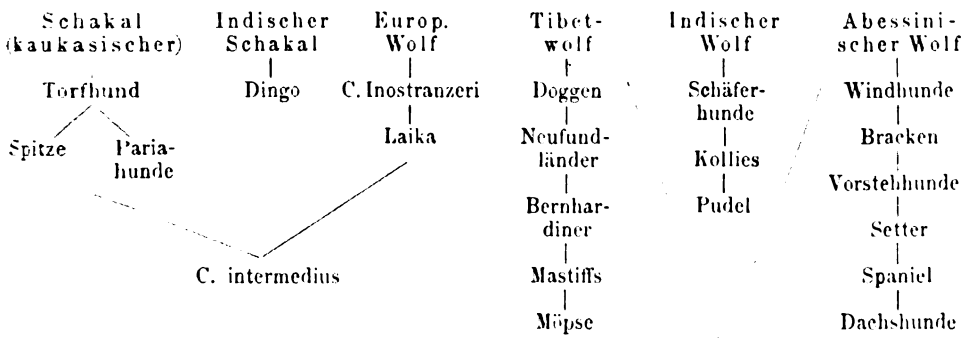
von Varietäten klarer und verständlicher wird. Bis in die neueste Zeit hinein kommt diese Schwierigkeit zum Ausdruck, und wenn Hugo de Vries in seiner Mutationslehre auf S. 44 sagt: „Die Linnéschen Arten entstehen durch den Untergang einzelner elementarer Arten aus der bis dahin ununterbrochenen Reihe", so ist damit auch nichts weiteres erklärt, denn man müsste zunächst festgestellt haben, was eine Linnésche Art und was eine elementare Art ist. De Vries, der sich bemüht, das zu tun, kommt jedoch auch zu keinem anderen Resultat, als dass er zwischen elementaren Arten und Linnéschen Arten nur graduelle Unterschiede sieht, die übrigens ausserdem, wie sich leicht konstatieren lässt, sehr der individuellen Auffassung des einzelnen unterliegen. Darauf weist besonders Ziegler[1]) hin, indem er folgende bemerkenswerte Tatsachen anführt: „Sichel unterscheidet bei der Bienengattung Sphecodes in Mitteleuropa 3 Arten; die übrigen Formen werden als Varietäten angesehen; während Förster für das gleiche Material 150 Arten und Hagens 26 Arten unterscheidet." Also drei auf einem Gebiet wohlgeübte Untersucher kommen an demselben Material zu so weitgehenden Differenzen. Ziegler fährt dann fort: „Bei den Hummeln und bei den Laufkäfern war der grosse Formenreichtum jahrzehntelang ein Beispiel grenzenloser Verwirrung in der Artauffassung, bis man sich neuerdings entschlossen hat, einige sehr charakteristische Formen als Arten und die schlechten Arten als Varietäten aufzufassen." Sehr bemerkenswert ist in diesem Satz das Wort „entschlossen hat", und es geht daraus aufs deutlichste hervor, dass der Artbegriff ein konventioneller ist. Unter schlechten Arten versteht man natürlich diejenigen, deren Unterscheidungsmerkmale so geringfügig sind, dass man nicht genau weiss, ob man sie als besondere Arten auffassen soll oder nicht; also auch hier tritt wieder das Konventionelle und Subjektive der Betrachtung in die Erscheinung. Man könnte diskutieren, ob die Rassen unserer Haustiere, die oft so sehr verschieden voneinander sind, nicht Arten wären, ist jedoch zweifellos mit Recht zu dem Resultat gekommen, dass es sich um Rassen handelt. In dieser

1) Ueber den derzeitigen Stand der Deszendenzlehre in der Zoologie. Jena 1902.

Digitized by Google

Beziehung ist von nicht geringem Interesse die Entwicklung des Haushundes. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass unsere heutigen Hunde nicht von einer und derselben Hundeart herstammen, sondern dass in verschiedenen Weltgegenden verschiedene Wildhunde domestiziert wurden. Reinhard[1]) gibt darüber interessante Angaben, aus denen sich folgender Stammbaum ergibt.

Stammbaum der Hunde in Eurasien.



Ich will nun dahingestellt sein lassen, ob dieser Stammbaum in allen einzelnen Punkten zutreffend ist, aber es geht daraus hervor, dass vorzugsweise Wolf- und Schakalarten domestiziert wurden, während die nahe verwandten Füchse nirgends zur Domestikation verwendet wurden. Nun wurden aber nicht bloss in der alten Welt Hunde domestiziert, sondern auch in der neuen, und zwar sowohl der Canis occidentalis als der Canis latrans (Präriewolf). Domestiziert wurde in Südamerika auch der Maikong (Canis cancrivorus). Nach Nehring stammt der Mumienhund Perus von einer südlichen Varietät des C. occidentalis. Die Inkas hatten daraus schon drei Rassen gezüchtet: einen grossen Schäferhund, eine Bulldogge und einen Dachshund. Es zeigt sich also, dass aus verschiedenen Arten sowohl in der alten Welt wie in der neuen Welt ähnliche Hunderassen zustande kamen, denn z. B. die Bulldogge ist aus dem Canis occidentalis in Südamerika wie aus dem Tibetwolf in Asien entstanden, und der Dachshund ausser in Südamerika

1) Der Hund als Haustier. Prometheus. 1905.

Digitized by Google

auch aus dem asiatischen Wolf. Es zeigt also dieser Umstand, dass der Canis occidentalis und der Tibetwolf, sowie der abessinische Wolf andererseits nicht so weit auseinander stehende Tierarten sind, wie man vielleicht ihrer räumlichen Trennung nach annehmen könnte. Diese Entstehung gleicher Rassen von verschiedenen Ausgangstieren aus ist neben der allgemeinen Kreuzungsfähigkeit der verschiedenen Formen der Hunde wohl der beste Beweis für die Annahme von Rassen und nicht von Arten, d. h. der nahen phylogenetischen Verwandtschaft der Ausgangsformen, worauf vorher schon einmal hingewiesen wurde.

Am Menschen lassen sich diese Verhältnisse vielleicht noch deutlicher nachweisen. So sind z. B. die beiden bei Spy gefundenen Individuen so sehr von einander verschieden, dass, wenn man solche Unterschiede bei Tieren fände, man sicherlich zwei verschiedene Arten daraus machen würde. Dasselbe gilt auch von den Funden bei Krapina, und wenn man die Neger oder die Papuas mit den Ariern vergleicht, so sind die Differenzen zwischen diesen beiden Rassen sicher grösser als die Differenzen zwischen denjenigen Tieren, die Matschie und andere als verschiedene Arten bezeichnet haben.

Nun wird man sich aber doch die Frage vorlegen müssen, wenn eine solche Betrachtungsweise bisher überhaupt nicht zu einem Resultat geführt hat und Streitigkeiten darüber auf allen Gebieten vorhanden sind, ob nicht vielleicht ein Fehler in der ganzen Betrachtungsweise liegt und man überhaupt berechtigt ist, von einer Art als etwas wirklich Existierendem zu sprechen.

In Wirklichkeit haben wiederholt Autoren den Artbegriff geleugnet. So findet sich schon bei Lamarck[1]): „Man kann ebenso versichern, dass die Natur in Wirklichkeit in ihren Erzeugnissen weder konstante Klassen, Ordnungen, Familien und Gattungen, noch auch konstante Arten gebildet hat, sondern nur Einzelwesen, die aufeinander folgen und die denen gleichen, die sie hervorgebracht haben. Diesen Einzelwesen nun gehören unendlich verschiedenartige Rassen an, welche sich in feinen Schattierungen bei allen Formen und auf allen Organisationsstufen abändern und deren jede sich unverändert erhält, so lange keine Ursache der Veränderung

1) Zoolog. Philosophie, übers. v. Lang. Leipzig 1903. S. 5.

Digitized by Google

auf sie einwirkt.“ Schimkewitsch[1]) zitiert in dieser Hinsicht Buffon, indem er sagt, „die Natur kenne keine Arten, sondern nur die Gesamtheit von Individuen“, eine Anschauung, die er sich selber zu eigen macht und genauer begründet. Auch sagt z. B. Möbius[2]): „Für diejenigen, welche annehmen, dass sich alle organischen Formen aus einer Urform entwickelt haben, sind bei konsequentem Denken nur die Individuen real und die Spezies ebenso gut wie alle höheren systematischen Tiergruppen nur Begriffe, die aber Verwandtschaften ausdrücken, welche durch die gleichzeitig existierenden Individuen real repräsentiert werden.“ Darüber kann ja gar kein Zweifel sein, dass Arten als etwas Selbständiges nicht existieren, und dass es damit ähnlich beschaffen ist wie mit dem Begriff der Krankheit. Es gibt auch keine Krankheit, sondern nur kranke Menschen, und die personifizierte Krankheit, wie sie in der Anschauung unserer Vorfahren existierte, gibt es heutzutage nicht mehr. Aber trotzdem haben wir die volle Berechtigung, von Krankheiten zu sprechen als eines diskutierbaren Begriffes.

Aber dieser Vergleich mit der Krankheit ist doch nach einer Seite hin nicht richtig, denn während die Krankheit wirklich nur ein ideeller Begriff ist, so hat die Unterscheidung der Arten doch etwas Handgreifliches und insofern auch zweifellos Existenzberechtigtes. Wir haben niemals einen Zweifel, dass sehr verschiedenartige Lebewesen als verschiedene Arten zu bezeichnen sind. Die Zweifel beginnen nur in den Grenzgebieten, wo sich die Formen so sehr einandern nähern, dass man über das Wesentliche der Differenzen und die Bedeutung derselben im Zweifel sein kann. Es ist also der Artbegriff nicht etwas rein Ideelles, das erstlich dazu erfunden ist, um Ordnung in unser Denken und in unsere Sprache zu bringen, sondern es handelt sich hier um einen Begriff, der wirklich eine reale Unterlage hat. Darwin sucht auf S. 452 die Schwierigkeit dadurch zu lösen, dass er sagt: „Alle Schwierigkeiten der Klassifikation erklären sich durch die Annahme, dass das natürliche System auf Fortpflanzung unter fortwährender Abänderung beruhe, dass diejenigen Charaktere, welche nach der

1) Biolog. Zentralbl. Bd. 26.
2) a. a. O.

Digitized by Google

Ansicht der Naturforscher eine echte Verwandtschaft zwischen zwei oder drei Arten dartun, von einem gemeinsamen Ahnen ererbt sind und infolgedessen alle echte Klassifikation eine genealogische ist". Wohl erklärt sich die Schwierigkeit hierdurch, aber sie wird nicht dadurch behoben, denn es bleibt im einzelnen Falle immer noch nachzuweisen, welche äusserlich ähnlichen Tiere von einem gemeinsamen Ahnen abstammen, und wie viele Stufen dieser Ahne zurück liegt. Man könnte z. B. äusserlich sehr ähnliche Tiere für nahe verwandt halten, obwohl sie in Wirklichkeit sehr weit auseinander liegen. Man braucht nur an die zahlreichen ähnlichen Entwicklungsrichtungen zu denken, die die Mitglieder ganz verschiedener Klassen angenommen haben, dasjenige, was Darwin als Konvergenz bezeichnet. So gibt es bekanntlich Beuteltiere, die der Unkundige zu den Nagern, andere, die er zu den Raubtieren zählen würde. Die Spitzmaus hat eine solche Aehnlichkeit mit echten Mäusen, dass die wenigsten Nichtzoologen von ihrer Zugehörigkeit zu den Insektenfressern etwas wissen. Noch weitere Aehnlichkeiten finden sich unter den Anpassungsformen der Schmetterlinge, von denen ganz entfernt liegende Arten unter der Bildung eines Mimikris sich anderen Arten angepasst haben. Die äussere Aehnlichkeit zweier Formen kann also niemals zu der Proklamierung einer Verwandtschaft ausreichen. Es fragt sich nur, wie weit diese Aehnlichkeiten von Bedeutung sind, und wie weit sie es nicht sind. Es kann also auch, wie aus einer solchen Betrachtung hervorgeht, der Ahne zweier unter sich sehr ähnlicher Tiere ausserordentlich weit zurückliegen, während auf der anderen Seite der Ahne zweier sehr verschiedener Lebewesen nur wenige Stufen weit zurück zu suchen ist. So ist es bekannt, dass besonders bei den Pflanzen einfache Varietäten, die noch niemand als getrennte Arten betrachtet hat, durch irgend eine äussere Bildung sehr weit von einander abweichende Formen annehmen können. Doch ist für den einzelnen Fall die Stufenzahl der Ahnen sehr schwierig festzustellen, ja in den meisten Fällen ist das ganz unmöglich.

Die genealogische Definition des Grades der Verwandtschaft ist gewissermassen der Versuch einer ätiologischen Definition und enthält insofern eine gewisse Petitio principii, indem dasjenige,

Digitized by Google

was erst bewiesen werden soll, schon als feststehend vorweggenommen wird. Im übrigen aber würde das sehr wohl übereinstimmen mit dem, was Nägeli[1]) sagt: „Der Unterschied zwischen Varietät und Rasse, die Einförmigkeit und Beständigkeit der ersteren, die Vielförmigkeit und Unbeständigkeit der letzteren, kann nur begriffen werden, wenn man auf die Ursachen dieser Erscheinungen eingeht". Doch ist zu bemerken, dass die Annahme Nägelis, dass die Varietät einförmig und beständig, die Rasse vielförmig und unbeständig sei, nicht unbedingt zulässig ist.

Unsere gesamte Arteinteilung beruhte bis vor kurzem lediglich auf der morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Betrachtung. Zwar hat man, wie ich oben schon anführte, sich früher schon damit beschäftigt, das Kriterium der Verschiedenheit etwas genauer zu erkennen, und die angeführten Zitate, dass die Verwandtschaft sich durch die gegenseitige Befruchtungsfähigkeit dokumentiert, ist gewiss in dieser Richtung hin charakteristisch. In Wirklichkeit haben wir auch heute noch die Vorstellung, dass die Verwandtschaft zweier Tiere, die miteinander gekreuzt werden können, eine nicht übermässig ferne sein kann. Wir wissen, dass solche Kreuzungen zwischen Mitgliedern verschiedener Tierklassen unmöglich sind: erst innerhalb gewisser Familien treten erfolgreiche Kreuzungen auf.

Die Bildung von Bastarden und Hybriden ist nun in Wirklichkeit nicht bloss in dieser Beziehung von grösster Bedeutung, sondern auch noch in verschiedener anderer, und es dokumentiert sich das aus dem grossen Interesse, das von jeher dieser Frage entgegen gebracht worden ist, und zwar schon vor Darwin[2]), wie folgender Satz zeigt: „Selbst ein unbedeutender Grad von Unfruchtbarkeit zwischen irgend zwei Formen bei ihrer ersten Kreuzung oder bei ihren Nachkommen wird allgemein als eine entscheidende Probe ihrer spezifischen Verschiedenheit angesehen, und ihr beständiges Getrenntbleiben innerhalb eines und desselben Bezirks ohne Verschmelzung wird gewöhnlich als hinreichender Beweis angesehen entweder für einen gewissen Grad gegenseitiger Unfrucht-

1) Theorie der Abstammungslehre. München 1884. S. 246.
2) Abstammung des Menschen. Bd. I. S. 188.

Digitized by Google

barkeit oder, in dem Falle von Tieren, eines gewissen Widerwillens gegen wechselseitige Paarung". Ganz besonders ist diese Frage von Darwin selber in verschiedenster Beziehung beleuchtet und auch in späterer Zeit ausführlichst besprochen worden und hat neuerdings erst wieder die Aufmerksamkeit allgemein auf sich gelenkt, nachdem auf die Bedeutung des sogenannten Mendelschen Gesetzes hingewiesen worden war. Die Frage der Bastardierung kommt in der Tat in Betracht einmal für die Erkennung der Nähe der Verwandtschaft, zweitens für die Bildung distinkter Arten, und drittens für Bildung von Varietäten.

Was den ersten Punkt betrifft, so ist es in der Tat gelungen, Bastardierungen zwischen verschiedenen Arten und Varietäten künstlich zu erzeugen, und auch in der freien Natur kommen solche nicht ganz selten vor. Bei den Pflanzen wird ja die Kreuzung in ausgedehntestem Masse betrieben. Bei niederen Tieren ist sie ebenfalls vielfach künstlich ausgeübt worden, besonders häufig bei Seeigeln, aber auch bei Schnecken, Würmern, Insekten, vor allen Dingen Schmetterlingen, und anderen. Ich erinnere in dieser Beziehung noch an die zahlreichen Arbeiten von Boveri, Loeb, Standfuss, Lang[1]) und von vielen anderen. Bei Wirbeltieren sind Kreuzungen bei Fischen vorgenommen worden, und es ist sehr wahrscheinlich, dass solche auch in der freien Natur, z. B. bei verschiedenen Forellenarten vorkommen. Bei Vögeln sind Kreuzungen nahe verwandter Arten in zoologischen Gärten nicht selten. Ich erinnere nur an das ausgezeichnete Exemplar einer solchen Kreuzung zwischen Löffelreiher und Ibis im zoologischen Garten zu Berlin. Auch in der freien Natur sind Kreuzungen unter Vögeln häufig. Am bekanntesten ist diejenige zwischen Corvus coronae und Corvus cornix, und diejenige zwischen Birkhahn und Auerhahn. Letztere kommt so häufig vor, dass man ursprünglich den Bastard unter dem Namen Rackelhuhn als eine besondere Art auffasste, bis Kralick v. Meierswalden die wahre Natur des Tieres nachwies. Von Säugetieren erwähne ich nur die häufigsten Bastarde zwischen Puma und Leopard, zwischen Hund und Wolf, Hund und Schakal, Pferd und Esel, Edelhirsch und Wapiti, Schaf und Ziege,

1) Festschrift zum 70. Geburtstage von E. Haeckel. Jena 1904.

Digitized by Google

Kaninchen und Hase und erinnere weiter an die äusserst schönen merkwürdigen Bastarde, die Hagenbeck in neuerer Zeit zwischen Tiger und Löwe und Nill zwischen braunen und Eisbären (Stuttgart) gezüchtet haben. Iwanoff[1]) will sogar einen Bastard zwischen weisser Ratte und weisser Maus gezüchtet haben. Es ist nun aber bekannt, dass sich bei der Züchtung solcher Bastarde Verschiedenes ergeben hat, worauf besonders schon Darwin nicht nur hinwies, sondern womit er sich auch aufs Ausführlichste beschäftigte, nämlich erstens ihre Unfruchtbarkeit und zweitens die Schwierigkeit, Bastarde zwischen selbst nahe verwandten Individuen zu erzielen.

Was die Unfruchtbarkeit der Bastarde betrifft, so ist die Ursache offenbar eine sehr verschiedene. In manchen Fällen handelt es sich dabei sicherlich um Missbildungen, besonders solche an den Genitalien, die bei Bastarden auftreten. Iwanoff[2]) fand bei Hybriden zwischen Pferd und Zebra wiederholt das vollständige Fehlen von Spermatozoen, ein Umstand, der zweifellos auf eine mangelhafte Entwicklung der Geschlechtsorgane zurückzuführen ist. Vielfach wird hervorgehoben, dass Bastarde und Hybriden keinen Geschlechtstrieb besässen, was zweifellos auch auf eine mangelhafte Entwicklung der inneren Geschlechtsorgane zu beziehen sein dürfte, während in anderen Fällen der Geschlechtstrieb aufs deutlichste ausgesprochen ist, wie man z. B. am männlichen Maultier beobachten kann, und wie er auch aus dem Schreien von durch Bastardierung erhaltenen Hirschen hervorgeht. Auch die äusseren Geschlechtsteile können mangelhaft entwickelt sein, und darauf ist sicherlich in sehr vielen Fällen zurückzuführen, dass Bastarde zu einer weiteren Vermehrung nicht geeignet sind. Die histologischen Untersuchungen von Poll[3]) an den Geschlechtsorganen von Entenbastarden sind für die Erklärung der Unfruchtbarkeit von grösster Bedeutung.

Wenn man sich aber im allgemeinen fragt, warum Tiere verschiedener Arten und Varietäten nicht fruchtbar sind, so stösst

1) Biolog. Zentralbl. Bd. 23. 1903.
2) Biolog. Zentralbl. 1905.
3) Ges. naturforsch. Freunde. Berlin 1907.

Digitized by Google

man dabei auf die allerverschiedensten Angaben bei den Autoren, und wie schon Darwin hervorhob, war die Fruchtbarkeit bei Bastardierungsversuchen verschiedener Arten so inkonstant, dass sich bindende Schlüsse nicht daraus ziehen lassen. Er zitiert in dieser Beziehung ganz besonders Gärtner und sagt, dass die überaus zahlreichen Kreuzungsversuche ganz verschiedene Resultate ergeben haben. „Es konnten wohl Bastarde erzeugt werden, die sich aber dann im weiteren als unfruchtbar erwiesen, und wiederum entstanden Bastarde und Blendlinge, die weiter fortgezüchtet werden konnten. Auf der anderen Seite werden auch Blendlinge gelegentlich unfruchtbar. Es besteht in der Tat kein festes Gesetz, woraus man den Unterschied zwischen Bastard und Blendling erkennen könnte, wie man vielleicht anzunehmen geneigt wäre, wenn es sich mit Regelmässigkeit herausgestellt hätte, dass Bastarde immer unfruchtbar, Blendlinge immer fruchtbar wären. Das ist aber tatsächlich nicht immer der Fall. Ja man kann gelegentlich finden, dass die Nachkommen sehr nahe verwandter Individuen ebenfalls unfruchtbar sind, oder dass solche nahe verwandten Individuen überhaupt nicht imstande sind, Nachkommen zu erzeugen."

Noch eine andere Stelle von Darwin möchte ich zitieren[1]): „Unabhängig von der Fruchtbarkeit hat man zuweilen geglaubt, dass die Charaktere der Nachkommen aus einer Kreuzung Beweise dafür darböten, ob die elterlichen Formen als Spezies oder als Varietäten einzuordnen seien; aber nach einer sorgfältigen Erwägung der Belege bin ich zu der Folgerung gekommen, dass keiner allgemeinen Regel dieser Art getraut werden kann."

Nun enthält diese Betrachtung der Unfruchtbarkeit bei Kreuzungen noch zahlreiche unaufgeklärte Punkte, und es liegen in den einzelnen Beobachtungen vielerlei Fehlerquellen, die sich nicht eliminieren lassen, ohne dass ausgedehnte neue Versuche über Kreuzungen angestellt werden, basiert auf den neuesten Erfahrungen über diesen Gegenstand. Diese Fehlerquellen beruhen hauptsächlich darauf, dass die Ursache der Unfruchtbarkeit eine sehr verschiedene sein kann. Ich will hier ganz von pathologischen Verhältnissen absehen. Aber wenn wir z. B. beobachten, warum

1) Abstammung des Menschen. Bd. I. S. 196.

Digitized by Google

Menschen untereinander unfruchtbar sind, so kann das sowohl am Manne wie an der Frau oder an beiden, gewissermassen auch an keinem von beiden liegen. Der letzte Punkt geht besonders daraus hervor, dass gelegentlich Fälle beobachtet wurden, bei denen eine kinderlose Ehe geschieden wurde und später die Frau mit einem anderen Manne und der Mann mit einer anderen Frau Kinder erzeugte. Wir erhalten einen Einblick in diese Verhältnisse durch die Inzucht, denn wir sehen deutlich, dass hierbei nach einiger Zeit die Fruchtbarkeit abzunehmen pflegt, und es ist dies sicherlich darauf zurückzuführen, dass durch fortgesetzte Inzucht eine zu weit gehende Gleichheit zwischen den erblichen Eigenschaften des Eies und Spermakernes zustande kommt. Maupas[1]) hat beobachtet, dass Infusorien nur dann verschmelzen, wenn sie von verschiedenen Stämmen herrühren, und dasselbe haben Strasburger und de Bary für gewisse Algen nachgewiesen[2]). Gleiche Beobachtungen wurden auch bei der Selbstbefruchtung zweigeschlechtiger Blüten gemacht, nämlich dass eine nur mangelhafte Befruchtung eintritt. Das Optimum der Fruchtbarkeit liegt also zwischen den Grenzen der zu grossen Gleichheit und der zu grossen Verschiedenheit von Ei und Sperma. Eine solche Gleichheit kann nun nicht bloss zwischen nahe verwandten Menschen bestehen und durch Inzucht gesteigert werden, sondern sie kann auch zufälligerweise bei nicht verwandten Individuen sich ereignen, so dass der chemische Reiz (Chemotropismus), der auf das Spermatozoon ausgeübt werden muss, damit die Befruchtung zustande kommt, fehlt und dadurch die Kopulation ausfällt. Es kann auf der anderen Seite aber auch eine Unfruchtbarkeit eines Individuums vorliegen, ohne dass man irgend einen nachweisbaren Grund dafür angeben könnte. Besonders wird bei Frauen zuweilen beobachtet, die sich als ganz gesund erwiesen und bei denen auch an den Ovarien durch mikroskopische Untersuchung nichts Pathologisches nachgewiesen werden kann, dass sie sich trotz Kopulation mit verschiedenen Männern als unfruchtbar erwiesen haben. Ich habe die Ovarien von Frauen untersucht, die mehrfach verheiratet waren und niemals schwanger

1) Arch. de zoologie expérimentale et générale. Bd. 7.
2) Zitiert nach Hertwig, Zelle und Gewebe. S. 246.

Digitized by Google

waren, obwohl ihre Ovarien und auch ihre sonstigen Geschlechtsteile sich auch histologisch als ganz normal erwiesen. Aus allen diesen Beispielen ergibt sich also, dass eine Unfruchtbarkeit bestehen kann lediglich auf rein biologischer Basis. Diese Art der biologischen Unfruchtbarkeit aber kann, in dieser Weise wenigstens, nur in Frage kommen bei sehr nahe verwandten Individuen, und wird deswegen kaum bei dem Nachweis der näheren oder ferneren Verwandtschaft verschiedenartiger Individuen verwendet werden.

Bei der Frage nach der Unfruchtbarkeit kommt nun weiter ganz besonders die Begattungsmöglichkeit oder -neigung bei den Lebewesen verschiedener Arten und Varietäten in Betracht. Bei den Pflanzen ist es bekannt, dass manchmal sehr nahe verwandte Arten an der Befruchtung verhindert werden dadurch, dass die Form des Stempels und die Zuleitungsröhre für die Pollenkörner der Grösse oder Eigenschaft dieser nicht entspricht, und dass auch zwischen den Pollenkörnern und den mütterlichen Zellen ein Missverhältnis obwaltet, so dass hier Zustände vorliegen, die sich vielfach auch experimentell durch künstliche Befruchtung nicht überwinden lassen und eine Befruchtung deswegen rein aus äusseren Gründen nicht möglich ist. Bei Tieren würde einem solchen Umstand die Kohabitationsunfähigkeit entsprechen. Es sind eine grosse Menge von Beispielen von Autoren beigebracht worden, wo nahe verwandte Arten durch die Form ihrer äusseren Geschlechtsteile verhindert wurden, eine Kohabitation vorzunehmen. Hier würde aber für die experimentelle Lösung der Frage ein Hindernis wie bei den Pflanzen nicht bestehen, da sich durch künstliche Befruchtung die freiwillige Kohabitation umgehen lässt, und es würde hier nun ganz besonders neu einzusetzen und solche Versuche in grösstem Massstabe vorzunehmen sein. In Wirklichkeit ist damit hier und da auch schon begonnen worden. Hierbei ist aber auch zu erwähnen, dass die Neigung zur Kohabitation bei den Tieren von einer grossen Menge oft scheinbar geringfügiger Aeusserlichkeiten abhängt, und es spielen hierbei zweifellos die verschiedenen Sinnesempfindungen eine ganz bedeutende Rolle. Ganz besonders möchte ich die Bedeutung des Geruchssinnes hervorheben, der, wie mir scheint, in allen Betrachtungen, die über diesen Gegenstand bisher angestellt

Digitized by Google

worden sind, viel zu wenig berücksichtigt ist. Wenn wir sehen, wie viele und komplizierte Einrichtungen bei den verschiedensten Tieren vorliegen, um den Geruchssinn des anderen Geschlechtes zu reizen und dadurch eine geschlechtliche Anlockung zu bewirken, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Veränderung einer solchen Beeinflussung von der grössten Wirkung auf die Neigung zur Kohabitation sein muss. Der Geruchssinn, der ja schon innerhalb verschiedener Rassen beim Menschen als Anziehungs- resp. Abstossungsmittel so sehr in Betracht kommt, muss bei den starken und oft widerlichen Gerüchen, die die Tiere verbreiten, und bei dem hochentwickelten Geruchssinn vieler Tiere von ganz besonderer Bedeutung sein. Auf die Neigung zur Kohabitation können aber auch äussere Verhältnisse der Lebensführung von allergrösstem Einfluss sein. Wir wissen z. B., dass die Domestikation, ja allein schon die Gefangenschaft von grösster Einwirkung auf die Neigung zur Kohabitation ist, und zwar findet man, dass auf der einen Seite manche Tiere in der Gefangenschaft garnicht zur Kohabitation zu bewegen sind, wie z. B. die Füchse, manche wie z. B. die Hauskatze, nur ausserordentlich schwer, die zu einer erfolgreichen Geschlechtstätigkeit der Freiheit bedarf. Auf der anderen Seite sehen wir wieder, dass die Gefangenhaltung und die Domestikation den Geschlechtstrieb steigert, und darauf ist es ja gerade zurückzuführen, dass in der Gefangenschaft zwischen Tieren Bastarde entstehen, die in der freien Natur trotz nahen Beieinanderwohnens selten oder garnicht vorkommen. Offenbar hängt dieser Umstand mit den Verirrungen im Geschlechtsleben der Tiere in der Gefangenschaft und im Zustande der Domestikation nahe zusammen.

Auch die zeitliche Schranke, wie es Dahl[1]) nennt, käme hier in Betracht. Sie ist am stärksten bei vielen Pflanzen entwickelt, deren Samen und Pollen zu verschiedenen Zeiten reifen, und das hat hier die Bedeutung, eine Inzucht zu vermeiden. Bei Tieren würde dem eine verschiedene Brunstzeit entsprechen, die in der freien Natur die Kreuzungsmöglichkeit verhindern kann. Da die Brunstzeit in der Gefangenschaft sich häufig verändert, so würde

1) Biolog. Zentralbl. Bd. 26. 1906.

Digitized by Google

darin schon eine weitere Erklärung für die Erzielung von Bastarden in der Gefangenschaft gegeben sein.

Wir kommen nun endlich zu dem wichtigsten Punkte der Unfruchtbarkeit, demjenigen, der ebenfalls unter die Rubrik des Biologischen fällt, der ganz offenbar darin besteht, dass sich in dem Ei Substanzen befinden, die entweder bewegungshemmend oder auflösend auf das Spermatozoon einwirken. Es ist gar kein Zweifel, dass diese Substanzen identisch sein werden mit den in neuerer Zeit vielfach studierten Cytolysinen, Präzipitinen und Agglutininen. Denn während die Agglutinine und Präzipitine geeignet sind, eine Bewegungslosigkeit der Spermatozoen herbeizuführen, so würden die Cytolysine im Gegenteil geeignet sein, die Spermatozoen aufzulösen. Wir werden später noch von einem anderen Gesichtspunkt auf diesen Umstand zurückkommen. Wie ausserordentlich empfindlich die Reaktion der chemischen Beschaffenheit des Eies auf diejenige des Spermas ist, geht besonders auch aus den Untersuchungen von Loeb[1]) hervor, dem es gelungen ist, durch Veränderung der umgebenden Medien, Bastard-Befruchtungen von Eiern von Echiniden und anderen Tieren zu erzeugen, die sonst nicht möglich waren.

Wenn man nun die verschiedenen physiologischen, sexuellen und biologischen Hinderungsgründe der Fruchtbarkeit betrachtet, so glaube ich, dass von allen für die Frage der Verwandtschaft nur dieser zweite biologische Grund in Betracht kommt, d. h. derjenige, der es verhindern würde, dass eine biologische Vereinigung von Ei und Spermakern entsteht, selbst wenn dieselben in Berührung mit einander gebracht werden können, und ich halte es für sehr möglich, dass die Unregelmässigkeiten, die schon von Gärtner und Darwin hervorgehoben wurden und später immer wieder bestätigt wurden, verschwinden würden und an ihre Stelle ein ganz konstantes Verhältnis treten würde, das uns dann vielleicht zeigen könnte, wie die Fruchtbarkeit resp. Bastardierungsfähigkeit einen Nachweis naher Verwandtschaft und die Unfruchtbarkeit resp. Bastardierungsunfähigkeit einen Beweis entfernter Verwandtschaft darstellt.

1) Künstliche Befruchtung. Deutsch von Schwalbe. 1906.

Digitized by Google

Der zweite Punkt, der oben hervorgehoben wurde, betrifft die Bildung distinkter Arten durch die Unfähigkeit der Bastardierung. In Wirklichkeit ist es ja aufs zutreffendste bekannt geworden, dass es kein geeigneteres Mittel gibt, zwei verschiedene Formen von Tieren oder Pflanzen so schnell und sicher voneinander zu trennen, als die Unmöglichkeit der Kopulation. Hierbei kommt nun zweifellos nicht nur die biologische Unmöglichkeit in Frage, sondern auch die physiologische und sexuelle und schliesslich auch die rein physikalische, nämlich diejenige der räumlichen Trennung, die wohl besonders zum Ausdruck kommt in den bekannten Untersuchungen Wagners, der in der geographischen Isolierung die Hauptursache sieht für die Entstehung distinkter Arten. Auch Plate[1]) kommt ausführlich auf diese Isolationsmittel zurück unter Anführung ausgiebiger Literaturnachweise. Was aber, und das ist auch vielfach anerkannt worden, die Isolierung, gleichgiltig ob dieselbe eine physikalische, eine physiologische, eine sexuelle oder eine biologische ist, erreichen kann, ist allein die Verhinderung des durch Vermischung der Varietäten entstehenden Ausgleichs und Bildung von Durchschnittsindividuen. Niemals aber würde diese Isolierung imstande sein, die Entstehung der Varietäten in irgend einer Weise selbst zu erklären, sondern sie würde immer nur nach Entstehung der Varietäten als Ursache der reinen Züchtung derselben in Frage kommen.

Der dritte Punkt betrifft die Bildung der Varietäten durch Bastardierung. Es ist vielfach beobachtet worden, dass die Nachkommen von Bastarden eine besondere Neigung zur Variation haben, und zwar gilt das ganz besonders für die Beobachtung an Pflanzen. Aber in ganz charakteristischer Weise drückt sich in dieser Beziehung schon Nägeli[2]) aus, der S. 274 sagt: „Bei der Rassenbildung, infolge von hybrider Kreuzung und von Metamorphosierung werden also nicht wirklich neue Anlagen erzeugt, sondern bereits vorhandene in anderer Weise kombiniert und bisher latent gebliebene wieder lebendig gemacht. Deswegen geht die Veränderung der Rassen so ausserordentlich rasch vor sich", und

1) Selektionsprinzip. 1903.
2) Theorie der Abstammung. München 1884.

Digitized by Google

etwas weiter sagt er: „Kurz ausgedrückt, können wir sagen, bei der (künstlichen oder domestizierten) Rassenbildung dagegen vermehrt sich die Summe der Anlagen. Bei der ersteren wird die Konfiguration des idioplasmatischen Systems durch Verschiebung von Micellgruppen bloss modifiziert, bei der letzteren aber durch Einschiebung neuer Gruppen durch schärfere Scheidung der vorhandenen Gruppen und durch Differenzierung in ihrem Innern erweitert und bereichert". Ich glaube, aus dieser sehr klaren Auseinandersetzung Nägelis geht mit Deutlichkeit hervor, dass unter den Varietätenbildungen bei Hybriden und Bastarden etwas ganz anderes zu verstehen ist als bei derjenigen Form der Varietätenbildung, die in Frage kommen könnte zur Bildung neuer Arten. Das ergibt sich übrigens nicht nur bei Pflanzen, sondern auch bei den Bastardierungsversuchen von Tieren. Wenn z. B. Standfuss bei der Kreuzung von Pappelschwärmer und Abendpfauenauge fand, dass die Mischlinge dem Pappelschwärmer glichen, und bei Kreuzung der Saturnia spini und Saturnia pavonia die Bastarde den ersteren, und wiederum bei Mischlingen von S. pavonia und S. pyri die Mischlinge den ersteren, d. h. der S. pavonia glichen, so besagt das eigentlich ganz dasselbe, denn es wird extra hervorgehoben, dass die Mischlinge immer den phylogenetisch älteren glichen, und die Sachverständigen nehmen an, dass S. spini phylogenetisch älter als S. pavonia, und dieses wieder älter als S. pyri sei. Auch wird angenommen, dass der Pappelschwärmer älter als das Abendpfauenauge sei, und dasselbe gilt vom Lindenschwärmer gegenüber dem Abendpfauenauge, deren Mischlinge gleichfalls auffällig dem Lindenschwärmer glichen. Man sieht also, dass das von Nägeli behauptete Auftreten von latent gewordenen Eigenschaften hier aufs Deutlichste hervortritt. Auch Darwin[1]) weist auf den Atavismus hin bei seinen Kreuzungsversuchen mit Taubenrassen, die ergaben, dass Mischlinge von weissen Taubenrassen häufig auf die Columba livia zurückschlagen. Für ähnliche Verhältnisse bei Pflanzen führt H. de Vries[2]) charakteristische Beispiele an. Ich möchte glauben, dass sogar darin eine experimentelle Möglichkeit zu sehen

1) Variieren der Tiere. II. Kap. 13.
2) Mutation. Bd. II.

Digitized by Google

ist, den Vorfahren verschiedener Rassen festzustellen. Denn wenn man alle zusammengehörigen (d. h. also z. B. vom Wolf abstammenden) Hunderassen kreuzen würde, so müsste notwendig ein dem Wolf sehr ähnliches Tier resultieren. Ebenfalls scheint es mir auf nichts anderes hinzudeuten, wenn bei der Kreuzung von Pflanzen oder auch bei der Kreuzung von Tieren die Bastarde dem Mendelschen Gesetz folgen, denn in Wirklichkeit sieht man auch hier, dass nicht neue Eigenschaften auftreten, sondern nur eine Kombination der alten z. T. mit Rückschlag auf die bereits früher vorhandenen. Es geht das sowohl aus den früher von Mendel selbst angestellten Versuchen an Pflanzen hervor, als auch aus den neuerdings bei Tieren erzielten Resultaten, wie man z. B. aus den von Lamm angestellten Versuchen mit Helix hortensis und H. nemoralis ersehen kann[1]).

Die letzteren Betrachtungen, die ich hier eingeschoben habe, stellen gewissermassen eine Abschweifung dar, und wenn ich an die vorhergehenden Dinge wieder anknüpfe, so komme ich zurück zu der Frage, ob es irgendwie möglich ist, die nahe Verwandtschaft resp. Differenz verschiedener Arten und Varietäten durch besondere sichere Kriterien festzustellen, und in dieser Beziehung ist nun, wie ich glaube, noch folgendes von Interesse.

Es ist bekannt, dass man Haut- und andere Organteile von einem Individuum auf das andere transplantieren kann, und zwar immer dann, wenn man ein Individuum derselben Art nimmt und wenn man das transplantierte Organstück in eine Situation bringt, die den natürlichen Existenzbedürfnissen des betreffenden Gewebes entspricht. So kann man die Haut eines Menschen auf einen anderen Menschen transplantieren, wenn man nur diese Haut auf eine an der äusseren Oberfläche gelegene Wunde bringt. Solche Transplantationsversuche sind unzählige Male bei Tieren angestellt worden und haben immer dasselbe Resultat ergeben. Man war in

1) Das ist übrigens nicht immer der Fall, wie auch Tschermak betont (Ueber die Bedeutung des Hybridismus für die Deszendenzlehre. Biolog. Zentralbl. 1906. Bd. 26. Nr. 24. S. 882): „Gegenüber der öfters anzutreffenden Neigung, den dominierenden Charakter ohne weiteres als den älteren anzusehen, habe ich schon mehrfach betont, dass eine solche Beziehung zwar gewöhnlich, aber keineswegs ausnahmslos zutrifft."

Digitized by Google

früherer Zeit der Meinung, dass man imstande sei, alle mögliche Tierhaut auch auf Menschen zu transplantieren, und die Zeit liegt noch nicht weit zurück, wo zur Heilung umfangreicher Unterschenkelgeschwüre nicht menschliche Haut zur Transplantation benutzt wurde, sondern die Haut verschiedener Tiere. Ja sogar Froschhaut ist dazu in Verwendung gekommen. Tatsächlich kam es bei diesen Transplantationsversuchen zur Ueberhäutung der Geschwüre, und man hatte daraus eine Zeitlang die Vorstellung gewonnen, dass diese verschiedenen Hautarten wirklich anwüchsen. Jedoch hat sich das bald als ein Irrtum herausgestellt. Die fremdartige transplantierte Haut dient lediglich als ein Bedeckungsmittel, das geeignet ist, äussere Schädigungen abzuhalten, und darunter wächst dann die eigene Haut des Individuums unter Befolgung einer Art von Geotropismus vorwärts und bedeckt schliesslich die ganze Geschwürsfläche. Die fremdartige Haut wächst aber unter keinen Umständen an. In gleicher Weise gelingt es auch nicht, z. B. Haut von einem Hunde auf eine Katze zu transplantieren, oder von einem Kaninchen auf ein Meerschweinchen, oder umgekehrt. Ich habe aber schon vor Jahren Versuche gemacht, Transplantationen zwischen Tierarten vorzunehmen, die nahe mit einander verwandt sind, und es ist mir tatsächlich gelungen, Haut von einem Hasen auf Kaninchen zu transplantieren und ebenso von einem Schakal auf Hunde, d. h. also bei Tieren, die untereinander imstande sind, Bastarde zu bilden. Die Leichtigkeit, mit der eine solche Transplantationsmöglichkeit unter bastardierungsfähigen Tieren gelang, scheint mir darauf hinzudeuten, dass das auch bei anderen in ähnlicher Beziehung zueinander stehenden Tieren möglich ist. Ich zweifle nicht, dass es auch gelingen würde, z. B. ein Stück Haut von einem Esel auf ein Pferd zu transplantieren usw. Es ist ganz unzweifelhaft, dass etwas Verwandtes darin liegt, zwischen der Befruchtungs- und der Transplantationsmöglichkeit, und dass beides zurückzuführen ist auf die chemische Gleichartigkeit der Ernährungsflüssigkeiten und der Zellen dieser beiden Tierarten.

Diese Erscheinung wird nun weiter gestützt durch die modernen Untersuchungen über die Hämolysine und die Präzipitine.

Die Kenntnis der Hämolysine ist ausgegangen von den Er-

Digitized by Google

fahrungen, die man bei Bluttransfusionen gewonnen hat. Bekanntlich wurden noch bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts therapeutische Versuche mit Transfusion fremder Blutarten gemacht, sehr zum Schaden der Patienten, denn es zeigte sich, dass das Blut vieler Tiere, in die Gefässe des Menschen gebracht, dort überaus schädigende Wirkungen ausübte. Landois[1]) hat durch zahlreiche Experimente gezeigt, dass sich die Blutarten verschiedener Tiere nicht miteinander vertragen, sondern sich gegenseitig auflösen. Diese sehr wichtige Entdeckung ist dann im weiteren zur Grundlage ausgedehnter Untersuchungen geworden, die von zahlreichen Autoren fortgeführt wurden und speziell von Friedenthal und Nuttal zur Erkennung der Verwandtschaft von Tieren benutzt wurden. Denn es hatte sich herausgestellt, dass die Löslichkeit des Blutes eines Tieres in dem Blutserum eines anderen ein viel feineres Reagens für die Verschiedenheit der Blutsorten ist, als irgend eine andere chemische Reaktion. Infolgedessen konnte nachgewiesen werden, dass die Verwandtschaft zwischen Tieren, die bis dahin nur durch vergleichende Anatomie oder Embryologie angenommen war, sich auch in der Gleichartigkeit des Blutes dokumentierte. Von besonderem Interesse war es auch, dass Friedenthal zeigen konnte, dass das Blut anthropoider Affen und das des Menschen sich gegenseitig nicht auflöst. In ganz ähnlicher Weise wurde auch die sogenannte Präzipitinreaktion zum Nachweis der Verwandtschaft der Tiere benutzt. Dieselbe ging aus von den Untersuchungen von Bordet[2]) und wurde nachher vor allen Dingen von Uhlenhuth und Wassermann weiter ausgebaut. Die Reaktion besteht darin, dass, wenn man ein Tier A durch subkutane Injektion mit dem Blute eines Tieres B längere Zeit vorbehandelt, in dem Blutserum dieses Tieres A durch Zusatz geringer Mengen von Blut des Tieres B ein Niederschlag entsteht. Es ist dies natürlich keine ausschliessliche Blutreaktion, sondern es handelt sich da um eine Eiweissreaktion, und man kann ebenso gut die Vorbehandlung mit irgend einer anderen eiweisshaltigen Substanz des Tieres B vornehmen. Wie denn auch Bordet zuerst

1) Zur Lehre von der Bluttransfusion. Leipzig 1875.
2) Annales de l'Inst. Pasteur. 1898.

Digitized by Google

nicht vom Blute ausging, sondern vom Hühnereiweiss. Die Reaktion ist nicht eine absolut spezifische, denn es hat sich z. B. herausgestellt, dass nicht nur durch Vorbehandlung von Kaninchen mit Menschenblut Niederschläge mit dem Blute anthropoider Affen entstehen, sondern auch mit dem niederer Affenarten, ja selbst noch mit dem Blute der weiter abliegenden Affen der neuen Welt. Die Reaktion ist in diesem Falle eine quantitativ verschiedene, und bei gewissen Vorsichtsmassregeln kann man wohl Unterschiede in dem Grade der Verwandtschaft erkennen.

Die durch die Hämolysinmethode und durch die Präzipitinmethode erlangten Resultate decken sich, soweit man bisher darüber Erfahrungen haben konnte, mit den Erfahrungen bei der Kreuzungsmöglichkeit. Auf jeden Fall aber ist durch diese Methoden nicht eine Trennung verschiedener nahe verwandter Tierarten möglich geworden, sondern der ebenfalls allerdings sehr wichtige Nachweis der Verwandtschaft geführt worden. Man ist also in bezug auf die Trennung der Arten von den Varietäten durch diese Methoden auch nicht weiter gekommen, als man früher schon war.

Vielleicht liesse sich für manche Fälle wenigstens durch andere Beobachtungen eine Trennung nahe verwandter Arten herbeiführen, nämlich durch die Weise, wie sich die verschiedenen Tierarten gegen künstliche Infektionskrankheiten verhalten. Diese Möglichkeit hat bereits Darwin[1]) ins Auge gefasst, wenn er sagt: „Wenn man zu bestimmen sucht, ob die Varietäten ein und derselben Form von domestizierten Tieren als spezifisch klassifiziert werden sollten, d. h. ob einige von ihnen von verschiedenen wilden Spezies abgestammt sind, so würde jeder Zoologe viel Gewicht auf die Tatsache legen, wenn sie sich ermitteln liesse, ob ihre äusseren Parasiten spezifisch verschieden sind". „Der Arzt eines Walfischfängers im Stillen Ozean hat mich versichert, dass, wenn die Läuse, welche einige Sandwich-Insulaner an Bord dieses Schiffes zahlreich bedeckten, sich auf die Körper der englischen Matrosen verirrten, sie im Verlaufe von drei oder vier Tagen starben". Diese an und für sich sehr interessanten Mitteilungen können in

1) Abstammung des Menschen. S. 193.

Digitized by Google

gewisser Beziehung von Bedeutung sein, aber jedenfalls muss man bei der Beurteilung grosse Vorsicht obwalten lassen, denn es ist ja bekannt, dass gerade äussere Parasiten auch unter den Individuen einer Art eine Auswahl treffen und dass z. B. manche Menschen eine besondere Anziehungskraft auf dieselben ausüben, während andere und unter gleichen Verhältnissen lebende weniger davon betroffen werden. Es gibt also hier sicher, wie auch bei den Infektionskrankheiten individuelle Schwankungen. Man hat seit längerer Zeit beobachtet, dass gewisse Tiere gegen Krankheitserreger immun sind, während nahe verwandte Tiere derselben Infektion in Kürze erliegen. Am ausgeprägtesten tritt das hervor bei dem Verhalten der unter sich nahe verwandten Haus- und Feldmaus gegenüber der Mäuseseptikämie. Die Hausmaus ist für diese Krankheit empfänglich, die Feldmaus verhält sich refraktär dagegen. Man würde geradezu imstande sein, diese beiden Tierarten durch ihre verschiedene Reaktion auf den Bazillus der Mäuseseptikämie voneinander zu unterscheiden. Die zahlreichen Tierversuche, die mit den verschiedensten Krankheitserregern angestellt wurden, haben gezeigt, wie verschieden die einzelnen Infektionskrankheiten bei verschiedenen Tierrassen verlaufen. Man sagt gewöhnlich, wenn man den Tuberkelbazillus auf Meerschweinchen überimpft und diese Tiere an der Krankheit sterben, dass der Bazillus auch bei diesen Tieren eine Tuberkulose erzeugt habe, und das ist auch im allgemeinen richtig. Aber wenn man in die Details eindringt, so sieht man doch, dass die Tuberkulose der Meerschweinchen in ganz anderer Weise verläuft als die verschiedenen tuberkulösen Erkrankungen des Menschen. So ist es z. B. bisher noch niemals gelungen, beim Menschen durch Infektion von der äusseren Haut aus eine allgemeine Impftuberkulose zu erzeugen. Alle diejenigen Fälle, bei denen Tuberkelbazillen durch die äussere Haut des Menschen eindrangen, gestalteten sich zu einer rein lokalen Tuberkulose. Nicht einmal ein echter Lupus konnte durch die Impftuberkulose beim Menschen hervorgebracht werden, denn auch der berühmt gewordene Fall von Jaddassohn, der eine Impftuberkulose beim Tätowieren beschrieb, stimmt nicht mit dem echten Lupus überein und unterscheidet sich von einem solchen durch die fehlende Progredienz. Auf der anderen Seite ist es bisher niemals

Digitized by Google

gelungen, bei Tieren etwas künstlich zu erzeugen, was der menschlichen chronischen Lungenphthise oder der allgemeinen disseminierten akuten Miliartuberkulose vollkommen gleichsähe. Indessen treten diese Unterschiede bei der spontanen Tuberkulose verwandter Tierarten, z. B. des Menschen und der Affen, wenig deutlich hervor, und man kann in der Tat einen morphologischen Unterschied zwischen der spontanen Tuberkulose der Affen, wie man sie so häufig in unseren zoologischen Gärten sieht, und manchen Formen der Kindertuberkulose beim Menschen nicht erkennen. Bei einem Elefanten sah ich, allerdings im Gegensatz dazu, eine tuberkulöse Phthise, die in jeder Beziehung der chronischen käsig-fibrösen Phthise des Menschen entsprach, so genau, dass man den betreffenden Lungenabschnitt für den eines Menschen hätte ausgeben können.

Die Bakteriologie hat sich angewöhnt, von Typhus-, Cholera-, Diphtheritis-Infektionen bei Tieren zu sprechen. Wenn man aber auf den Grund geht, so wird weder durch den Cholerabazillus des Menschen bei Tieren eine wirkliche Cholera erzeugt, noch durch den Typhusbazillus ein Typhus. Vielmehr sind die Krankheiten, die durch diese Bakterien bei Tieren hervorgebracht werden, gänzlich verschieden von den beim Menschen auftretenden Erscheinungen. Noch abweichender verhält sich der Löfflersche Bazillus, und wenn derselbe wirklich imstande ist, wie heutzutage allgemein behauptet wird, beim Menschen die Diphtheritis zu erzeugen, so muss man sagen, dass die Ueberimpfung des Löfflerschen Bazillus auf Tiere auch nicht die entfernteste Aehnlichkeit der Impfkrankheit mit der Diphtheritis beim Menschen erzeugt. Es entsteht vielmehr durch eine solche Ueberimpfung ein ausgesprochen septikämischer Prozess, und obwohl Meerschweinchen gegen die Ueberimpfung des Löfflerschen Bazillus absolut hinfällig sind, so ist doch niemals bisher von einem solchen geimpften Tiere aus spontan eine Epidemie unter den Meerschweinchen entstanden, wie das bei anderen Krankheiten tatsächlich vorkommt.

Noch anders verhält sich die Syphilis. Bis vor kurzem war es überhaupt nicht gelungen, Syphilis auf Tiere zu übertragen, doch ist dies neuerdings bei anthropoiden Affen tatsächlich möglich gewesen. Ja es wird sogar behauptet, dass auch niedere Affen und

Digitized by Google

selbst Kaninchen und Mäuse nach Einimpfung syphilitischen Materials eine Krankheit bekommen, die freilich lokal bleibt und sich in ganz anderer Weise darstellt als die Syphilis beim Menschen. Auch die bisher gezeigten Infektionen bei anthropoiden Affen stimmen nicht vollständig mit demjenigen überein, was man beim Menschen zu sehen gewöhnt ist. Metschnikoff weist direkt darauf hin, dass sich die verschiedenen Affenarten in dieser Beziehung ausserordentlich verschieden verhalten haben, und dass bei manchen jede Spur von Reaktion auf die Ueberimpfung syphilitischen Materials ausblieb.

Noch garnicht ist es bisher gelungen, die Lepra auf Tiere zu übertragen. Jedoch ist hier zu bemerken, dass auch die künstliche Uebertragung der Lepra von Mensch auf Mensch bisher nicht gelungen ist. Die bekannten Versuche, die vor langen Jahren schon Danielsen anstellte und zwar in zwei verschiedenen Zeitpunkten, sind vollkommen negativ ausgefallen. Auch der Versuch von Arning auf Hawai war nicht eindeutig. Das mit Lepra geimpfte Individuum wurde zwar mehrere Jahre nach der Impfung leprös, aber es ist dabei zu bedenken, dass dasselbe in einer Lepragegend lebte und es daher nicht ausgeschlossen ist, dass die bei ihm auftretende Lepra nicht eine Folge der Impfung war.

So gibt es also unzweifelhaft Krankheiten des Menschen, die sich spontan niemals und auch nur durch Impfung in anderer Weise auf Tiere übertragen lassen, und dasselbe gilt von den Tierkrankheiten den Menschen gegenüber. Einige, die sogenannten Zoonosen, wie z. B. die Rotzkrankheit, der Milzbrand, die Aktinomykose werden gelegentlich auf den Menschen übertragen, doch hat der Rotz des Menschen mit dem der Tiere nur eine sehr entfernte Aehnlichkeit. Der Milzbrand des Menschen bleibt in den meisten Fällen eine lokale Erkrankung und wird selten generell, und nur die Aktinomykose des Menschen hat mit derjenigen der Tiere eine weitgehende Aehnlichkeit. Auch die Tiere verhalten sich in dieser Beziehung sehr verschieden untereinander. Denn während Mäuse z. B. dem Milzbrand erliegen, erweisen sich die Ratten vollständig refraktär dagegen. Schildkröten und Krokodile sind gänzlich unempfindlich gegen den Tetanusbazillus, manche Vögel und Schildkröten gegen den Botulismus. Hierher wäre auch

Digitized by Google

die Widerstandskraft gegen Gifte zu rechnen, z. B. der Kaninchen gegen Atropin, der Hunde gegen Morphium. Bekanntlich gibt es viele Tiere, besonders Vögel, die für den Menschen ausgesprochene Gifte ohne Schaden ertragen und mit ihrer gewöhnlichen Nahrung aufnehmen. Drosseln fressen z. B. Tollkirschen, Amseln die Früchte der Taxussträucher, Hänflinge die Beeren des Seidelbastes. Es gibt Tiere, die sogar Strychnin ohne Nachteil ertragen. Die Anguiluliden sind vollständig refraktär gegen Morphium, Belladonna. Atropin, Curare und Strychnin, aber so empfindlich gegen Kochsalz, dass sie eine geringe Vermehrung ihrer Umgebung an Kochsalz nicht vertragen. Fast alle echten Wassertiere verhalten sich gegen die Konzentration der umgebenden Flüssigkeit in dieser Weise empfindlich. Bei Raupen kommt die Fähigkeit, sich von Giftpflanzen zu nähren, sehr häufig vor, so dass man solche geradezu als Pharmakophagen bezeichnet hat.

Bei den Tieren gibt es eine ganze Reihe von Infektionskrankheiten, die ihnen eigentümlich sind und die sich niemals als solche auf den Menschen übertragen lassen. Es liessen sich noch sehr viele Beispiele dafür anführen, die das eben Gesagte weiter illustrieren könnten, die aber keine weiteren neuen Gesichtspunkte ergeben würden.

Man sieht aus diesen Betrachtungen, dass man wohl imstande sein könnte, einzelne Tierarten durch die Form, in der Infektionskrankheiten bei ihnen auftreten, voneinander zu unterscheiden, aber eben nur einzelne Arten. Für systematische Betrachtungen reichen die Tatsachen nicht aus. Freilich ist zu konstatieren, dass systematische Untersuchungen nach dieser Richtung hin bisher nicht angestellt worden sind. Man muss aber einstweilen feststellen, dass alle diese Untersuchungen uns nicht weiter bringen als die morphologische Betrachtung, unterstützt von der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie.

Durch die neueren Untersuchungen verschiedener Forscher und vor allen Dingen dadurch, dass diese Untersuchungen nicht an einzelnen Individuen, sondern an einer grossen Zahl vorgenommen wurden, hat sich vielerlei in bezug auf die Betrachtung der Varietäten und Arten ergeben, das von aller grösster Bedeutung ist. Ich erwähne hier vor allen Dingen die Untersuchungen, die von

Digitized by Google

Matschie in hervorragender Weise gefördert worden sind und die bewiesen haben, dass es von manchen Tieren, die wir bisher als mehr oder weniger einheitlich betrachtet haben, oder von denen wir nur die Existenz wenig voneinander abweichender Varietäten annahmen, in Wirklichkeit eine grosse Zahl von Arten (resp. Varietäten) gibt, die sich ganz scharf voneinander getrennt halten und die in nicht unwesentlichen Punkten voneinander abweichen. So hat sich herausgestellt, dass es nicht bloss eine Art von Schimpansen, sondern mindestens drei gibt, auch mehrere Arten von Gorillas sind bekannt geworden. Eine grosse Zahl verschiedener Arten von Löwen, Büffeln und zahllosen anderen Tieren ist von Matschie beschrieben worden, und ihre geographische Trennung lässt sich mit solcher Genauigkeit durchführen, dass, wie Matschie selbst angibt, es ihm möglich sei, aus der Betrachtung eines Individuums anzugeben, aus welchem Bezirk dasselbe stammt. Zweifellos stehen alle diese verschiedenen Arten in sehr naher Verwandtschaft zueinander, etwa in gleich naher wie die Saatkrähe zur Nebelkrähe, und vielleicht sind es dieselben Ursachen, die die Trennung dieser verschiedenen Arten und ihre geschlechtliche Isolierung bewirken. Nach der anderen Richtung aber haben diese Untersuchungen an zahlreichen Individuen auch gezeigt, dass es sehr viel mehr Uebergänge zwischen einzelnen Arten gibt, als ursprünglich angenommen wurde. So hat man bei vielen Arten, die man früher als vollständig getrennt betrachtete, später zahlreiche Uebergänge nachweisen können. Döderlein[1]) hat das besonders bei Korallen, Schwämmen und Protozoen studiert. Dahl[2]) führt in dieser Beziehung aus der Familie der Lycosiden die mit der Lycosa pullata-Gruppe nahe verwandte Lycosa monticola-Gruppe an, und er sagt ausdrücklich, dass es sich in diesen wie in ähnlichen Fällen offenbar um Arten handelt, die gerade jetzt in der Entstehung begriffen sind. In der Gruppe der Araneen bilden sie aber die Ausnahme von der Regel, und Dahl fügt hinzu, „Es liegt nahe, dass Forscher, die auf Gebieten, auf denen man scharfe Artabgrenzungen nicht kennt, tätig sind, glauben, es gäbe über-

1) Zeitschr. f. Morphologie u. Anthropologie. Bd. IV. 1902.
2) Biolog. Zentralbl. Bd. 26. 1906.

Digitized by Google

haupt keine guten Arten, und dass andererseits Forscher, die auf Gebieten mit ausschliesslich guten Arten arbeiten, es nicht verstehen können, dass es in anderen Tiergruppen anders sein soll". In Wirklichkeit hat man, wie das auch Schimkewitsch[1]) hervorhebt, noch vor nicht sehr langer Zeit vermutet, dass die Neigung zu Schwankungen nur wenigen Arten eigentümlich sei und zwar vorzugsweise den Arten der nördlichen Meere. Als man aber die Beobachtung nicht auf einzelne Exemplare, sondern auf dutzende und hunderte ausdehnte, „da hat sich erwiesen, dass die Zahl der Schwankungen unterworfenen Arten viel grösser ist, als man sie vermutet hatte und dass diese Arten durchaus nicht an irgend welche Lokalitäten des Erdballs gebunden sind". Möbius hat 1902 an dem Studium von 140 Exemplaren gezeigt, dass Chaetonymphon hirtipes und Ch. spinosum nicht, wie man früher glaubte, scharf geschieden sind, sondern durch Zwischenstufen miteinander in Verbindung stehen. Schimkewitsch bestätigt das an einem grossen Material und er führt weiter an, dass ebenso die Grenzen verschwinden zwischen Nymphon grossipes und N. nixtum und zwischen Nymphon strömii und N. gracilipes. Die Gebrüder Sarasin haben gezeigt, dass auch auf Celebes Uebergänge der Schneckenarten existieren, die heute noch nebeneinander leben, und das Gleiche ist von Kobelt in Sizilien nachgewiesen worden und von Plate auf den Bahamainseln.

Die Bildung zahlreicher Variationen, die sich zu zahlreichen Arten steigern, d. h. also die Bildung eines grossen Formenreichtums ist von vielen Forschern auf das lange Leben der Arten bezogen worden. So sagt Hugo de Vries[2]): „Ein langes Leben ist stets mit einem grossen Formenreichtum verbunden, und die Fälle, in denen einfache Typen durch alle Zeiten den Kampf ums Dasein bestehen, ohne sich zu ändern, wie einige Diatomeen, sind als hohe Ausnahmen zu betrachten". Ich möchte glauben, dass dieser Satz nicht unbedingt richtig ist, denn es lassen sich doch eine ganze Reihe von Gattungen und Arten nachweisen, die aus den ältesten Formationen stammen und bis in die Jetztzeit sich fast unverändert

1) Biolog. Zentralbl. Bd. 26. 1906.
2) Naturforscher-Versammlung, Hamburg 1901.

Digitized by Google

erhalten haben. Am bekanntesten sind in dieser Beziehung die Radiolarien und Foraminiferen, die z. T. heute noch existieren. Die Foraminifera dentalis communis lebte im Kohlenkalk, im Lias, in der Kreide, im Tertiär, und lebt auch noch jetzt. Die heute lebende Gattung Cycas war bereits im Trias vorhanden. Die Gattung Pollicipes aus dem Obersilur ist noch am Leben. Die Gattung Pyrgalifera der oberen Kreide kommt heute noch im Tanganikasee vor. Auch Fascinella, bisher nur in der oberen Kreide, den Cosinaschichten von Albona gefunden, kommt ebenfalls im Tanganikasee vor. Die Gattung Tulotoma lebt heute in Nordamerika und im See von Talifu in China, Provinz Yünan. Simroth[1]) sagt: „Nautilus, die Brachiopoden, Terebratula und vor allem Lingula, Pleurotonaria, die Plagiostomen sind Geschöpfe, die sich aus uralter Zeit im Meer erhalten haben, fast ohne ihre Veränderungen über die Artcharaktere hinaus auszudehnen". Die Lingula ist in dieser Beziehung besonders bemerkenswert und wird auch von allen Autoren deshalb besonders hervorgehoben. Sie stammt schon aus dem Präkambrium. Die Gattung Astropekten aus dem Devon lebt noch heute. Dreiviertel der Fauna gewisser Tertiärschichten z. B. von Clyde in Schottland, Norwich, Sizilien stimmt mit der jetzigen überein. Bronn[2]) führt ausserdem als solche langlebigen Formen an: Flustra, Rhynchonella, Discina, Avicula, Mytilus, Arca, Nucula, Trochus, Pleurotomaria, Serpula, Bairdia und Cytherina. Noch zahlreiche andere Beispiele liessen sich in dieser Beziehung zusammentragen und besonders die Tiefseeforschungen haben hier die überraschendsten Funde zutage gefördert. Auch sehen wir, dass manche jetzt ausgestorbenen Gattungen sich mit geringfügigen Veränderungen über viele geologische Schichten hin erstrecken und eine ausgedehnte geographische Verbreitung hatten. So kommt Glossopteris in Argentinien und Australien mit Karbonpflanzen zusammen vor und tritt in Viktoria bis in den Jura auf, ebenso auch im russischen Jura. Sie soll noch im Tertiär vorhanden gewesen sein. Die zahlreich heute noch existierenden Reliktentiere weisen auf ähnliche Zustände hin,

1) Entstehung der Landtiere. Leipzig 1901.
2) Entwicklungsgesetze. S. 321.

Digitized by Google

wie z. B. Echidna und Ornithorrhynchus. Auch Hateria ist eine noch lebende Gattung, die früher sehr verbreitet war und sich bis in die paläozoische Zeit verfolgen lässt. Umgekehrt gibt es aber auch kurzlebige Arten, denen ein ausserordentlicher Formenreichtum zukommt. So gehören die Trilobiten und Ammoniten, die beide nur eine relativ kurze Lebensdauer hatten, zu den variabelsten Formen, die man überhaupt kennt. Die einzelnen Arten der Trilobiten sind immer nur auf ganz dünne Schichten beschränkt, und die unzähligen Arten von Ammoniten beschränken sich mit wenigen Ausnahmen, die sich bis in die oberste Kreide und bis in den Uebergang zum Tertiär erhalten haben, auf eine relativ kurze geologische Periode. Jedenfalls besteht also eine konstante Beziehung, wie sie Hugo de Vries zwischen einem langen Leben und dem Formenreichtum statuiert, nicht zurecht, und man hat deshalb schon seit langer Zeit sehr verschiedene Verhältnisse in bezug auf dieses Verhalten der einzelnen Tierarten unterschieden. Bei Koken finde ich dieselben sehr zweckmässig eingeteilt in persistente, elastische, spröde und nachgiebige oder weiche Typen. Die persistenten Typen sind solche, die sich über lange Perioden fast unverändert erhalten haben, wie die Lingula und die Foraminiferen. Dieselben sind also ganz ausserordentlich akklimatisationsfähig, d. h. sie können vermöge ihrer Organisation unter den allerverschiedensten Verhältnissen existieren. Solche Individuen findet man auch noch unter den lebenden. So vermag z. B. das Infusorium Chilodon cucullus in verschiedenen Süsswassern und im Meere zu existieren. Rotifera vulgaris befindet sich nach Angabe von Simroth unter Moos in allen Höhen Europas, auf der Spitze des Siedelhorns und der Fibia, ebenso in Nubien, auf Jamaica und in den Pampas am La Plata, auf dem Altai, auf dem Adams Pik auf Ceylon. Frullania dilatata, die in Lebermoosen vorkommt, ist in Deutschland, Oesterreich, Australien gefunden worden und Simroth sagt mit Recht, dass dies schon allein auf ihr hohes geologisches Alter hinweist. Er bezeichnet eine solche Vielseitigkeit als biologische Amplitude. Im Gegensatz dazu befinden sich die nachgiebigen Formen, die eine grosse Plastizität besitzen, wie z. B. die Trilobiten. Sie sind ausserordentlich variabel, die Form irrt umher und findet keine Ruhe. Sie sterben schliesslich auch

Digitized by Google

bald aus, und man sieht daraus, dass Anpassungsfähigkeit und Variationsfähigkeit keineswegs identisch sind, sondern sich in gewisser Beziehung geradezu entgegenstehen. Die nichtanpassungsfähigen und nichtvariationsfähigen Formen sind daher auf ganz bestimmte und eng begrenzte Bedingungen angewiesen und vermögen nur unter solchen, ohne wesentlich zu variieren, zu existieren. Dazu rechnet Kowalewski die Pferde.

Von allen diesen verschiedenen Möglichkeiten interessiert uns die Variationsfähigkeit am meisten, denn sie ist es ja, von der schliesslich der Fortschritt ausgeht. Wir können nun bemerken, dass diejenigen Formen, die ohne ein langes Leben gehabt zu haben, eine sehr grosse Variabilität aufweisen, offenbar nicht imstande waren, den richtigen Ausweg für ihre Existenzbedürfnisse zu finden. Ich führe in dieser Beziehung wiederum die Ammoniten, die Trilobiten und die kurzlebigen Rudisten an. Diese Arten haben, wenn man sich so ausdrücken darf, gewissermassen alle nur denkbaren Anstrengungen gemacht, um einen Modus vivendi auch unter veränderten Verhältnissen zu erlangen. Den unzähligen Variationen ihres Gehäuses resp. ihres Hautskeletts entsprechen zweifellos noch viel zahlreichere Variationen ihres weichen und inneren Körpers, von denen nichts auf uns gelangt ist. Trotzdem sind sie, nachdem sie in kurzer Zeit zu grosser Entwicklung kamen, bald wieder vom Erdboden verschwunden. Dasselbe gilt von den Sauriern, die eigentlich nur noch in wenigen Relikten-Tieren sich bis in unsere Zeit erhalten haben. Man könnte noch zahlreiche andere Beispiele anführen, ja es ist anzunehmen, dass die Mehrzahl der gebildeten Formen trotz ihrer Variationsfähigkeit zu Grunde ging, und dass von all den verschiedenen Versuchen, die die Natur machte, um die Familien und die Gattungen zu erhalten, immer nur wenige einen Erfolg hatten, so dass alles, was auf unsere heutigen Tage überkommen ist, nur einen ganz kleinen Teil von dem ausmacht, was ursprünglich existierte.

Ich habe alle diese Tatsachen und Beispiele deswegen angeführt, um zu zeigen, wie selbst die massgebendsten und erfahrensten Autoren in Schwierigkeiten geraten, sobald es sich darum handelt, zu sagen, was eine Art, und was eine Varietät

Digitized by Google

ist. Es geht aber, wie mir scheint, weiter aus diesen Betrachtungen hervor, dass, je mehr man in die Materie eingedrungen ist, es sich um so sicherer erwiesen hat, dass scharfe Grenzen zwischen den Arten überhaupt nicht bestehen. Alle Methoden, die man anzuwenden versucht hat, um die Arten scharf voneinander zu scheiden, haben immer zu dem Gegenteil geführt. Sie haben stets gezeigt, dass Uebergänge vorhanden sind. Auch die modernen biologischen Methoden sind wohl dazu geeignet, die Verwandtschaft der Tiere nachzuweisen, aber nicht die Differenzen. So sehr sich auch die Gegner der Darwinschen Lehre, wie neuerdings wieder Reinke und die Jesuitenpater Wasmann und Muckermann[1]), bemüht haben, diese Unterschiede scharf zu charakterisieren, besonders zwischen Mensch und Tier, so haben doch diese Bemühungen immer wieder viel mehr die Verwandtschaft als die Divergenz erwiesen. Daraus geht also mit Sicherheit hervor, dass bis in die neuste Zeit hinein selbst von den Gegnern der Entwicklungslehre und speziell auch von den Gegnern der Darwinschen Anschauungen immer nur neue Beweise für diese Lehren beigebracht worden sind.

1) Stimmen aus Maria-Laach. 1909. S. 30.

Digitized by Google

4. Kapitel.

Variabilität.

Die grösste Schwierigkeit, die der Anerkennung der Darwinschen Lehre gemacht worden ist, bestand darin, dass sie die Variabilität der Individuen nicht zu erklären imstande war. Manche glaubten sogar, aus diesem Umstande die ganze Darwinsche Deszendenzlehre ablehnen zu müssen. Darwin selbst hat diese Schwierigkeit nicht verkannt, und er hat sich an verschiedenen Stellen seiner Werke nicht nur unzweideutig darüber ausgesprochen, sondern auch versucht, bestimmte Ursachen für die Variabität ausfindig zu machen. So sagt er z. B. in der „Entstehung der Arten" S. 225: „Wir wissen ganz und garnichts über die Ursachen, welche die kleinen Abänderungen veranlassen", und S. 96 sagt er: „Kommen nützliche Abänderungen nicht vor, so kann die Natur keine Auswahl zur Züchtung treffen". Durch diese und viele ähnliche Aussprüche gibt Darwin zu erkennen, dass er sich in dieser Beziehung auf demselben Standpunkt befand wie manche seiner heutigen Gegner, und dass dieselben keine Berechtigung haben, aus diesem Grunde allein der Darwinschen Lehre einen Strick zu drehen. Aber dadurch, dass Darwin sich bemühte, Ursachen für die Variabilität der Organismen aufzufinden, kam er in den Verdacht, als wenn diese Seite der Frage ein integrierender Teil seiner Lehre sei. Es leuchtet ohne weiteres ein, dass auch ohne eine Erklärung für die Variabilität die Darwinsche Lehre als solche unverändert fortbestehen könnte. Diese Bedeutung der vorhandenen Variabilität für die Wirkung einer Selektion ist denn auch von allen Nachfolgern Darwins bis in die neueste Zeit

Digitized by Google

immer wieder betont worden. Ich führe nur einige Beispiele aus der Literatur an. So sagt Plate[1]): „Offenbar treten zuerst die morphologischen Variationen auf aus unbekannten Ursachen, und erst über ihre Erhaltung entschied später die Selektion". S. 127 kleidet Plate diese Ansicht noch schärfer in Worte, indem er sagt: „Voraussetzung für die natürliche Zuchtwahl sind erstens Geburtsüberschuss und zweitens Variabilität. Nulla selectio, nisi variabilitas". Auch de Vries sagt an mehreren Stellen, dass „die erste Bedingung, eine Neuheit hervorzubringen, ist, ihren Kern bereits zu besitzen, d. h. jede Variation fängt mit einer ganz geringfügigen Veränderung spontan an. Diese hervorzubringen, steht nicht in unserer Macht". Ich zitiere endlich noch Klebs[2]): „Aus der allgemeinen Veränderungsfähigkeit aller Merkmale, die von den meisten seit Darwin anerkannt wird, folgt aber zunächst nichts über die Ursachen, die zur Entstehung sogenannter neuer Eigenschaften führen". Man sieht also in diesem Punkte bis in die neueste Zeit hinein eine erfreuliche Uebereinstimmung mit Darwin.

Dass nun in Wirklichkeit eine Variabilität und zwar oft eine auch heute noch recht bemerkbare Variabilität besteht, daran ist absolut nicht zu zweifeln. Darwin hat sich in der Tat besonders bemüht, diese Variabilität für Pflanzen, Tiere und speziell auch den Menschen nachzuweisen, und nachher sind ihm viele in diesen Angaben gefolgt, so dass auf allen Gebieten ein grosses Tatsachenmaterial vorliegt, doch ist von einigen Autoren noch ganz besonders darauf hingewiesen worden. Für die Pflanzen zitiere ich Klebs[3]): „Es gibt höchst wahrscheinlich kein an und für sich unter allen Umständen konstantes Merkmal, keine für die Spezies immer vorhandene Form der Blätter und Blüten. Jede intensive Beschäftigung mit einer Spezies lehrt uns dies, wenn auch bei den heutigen Mitteln einzelne Merkmale relativ konstant erscheinen. Eine gegebene Form ist nur konstant unter konstanten Bedingungen". Eimer[4]) sagt: „Bei den Kieselschwämmen findet sich ein für die

1) Selektionsprinzip. 1903. S. 122.
2) Willkürliche Entwicklungsänderungen. Jena 1903. S. 151.
3) Ebenda. S. 8.
4) Entstehung der Arten. Bd. I. Jena 1888. S. 80.

Digitized by Google

Untersuchung geradezu lästiges Abändern, das besonders die Kieselnadeln und Kieselkörperchen des Skelettes betrifft". Standfuss berichtet über auch jetzt noch zu beobachtende Abänderungen: „dass vor kaum mehr als 30 Jahren Amphidasis betularius ab. doubledayaria nur von Gross-Britannien bekannt war. Seit mehr als 10 Jahren wird sie in Westfalen und in der Rheinprovinz häufiger. 1884 ist sie von Hannover und Gotha notiert, und in den letzten Jahren wurde sie nun auch bei Dresden und 1892 in Schlesien bei Gnadenfrei nachgewiesen". Schneider[1]) berichtet darüber, dass Gammarus sich erst seit wenigen Jahrhunderten den Clausthaler Schächten angepasst habe und zwar durch Vergrösserung der Augen. Max Bartels[2]) konstatiert die ausserordentliche Variabilität der Salamandra maculosa, von der in bezug auf die gelben Flecke kaum zwei Exemplare übereinstimmen. Sehr interessant ist es, die Variabilität der Schwanzwirbelzahl bei verschiedenen Säugetieren zu verfolgen. So hat die Hauskatze 21 bis 24 Wirbel, der Dachshund 19—20, der Wolf 18—19, das Rind 17—21, das Lama 14—15, der Kynocephalus maimon 10—12, der Tricherus rosmarus 9—12, der Inuus caudatus 3—4 usw. Auch beim Menschen variiert die Zahl der Wirbel, besonders diejenige des Steissbeins und des Kreuzbeins. Aber auch überzählige Lenden- und Rückenwirbel sind gefunden worden. Ich besitze z. B. das Skelett einer ägyptischen Mumie mit 6 Lendenwirbeln und ein gleiches von einem kyphotischen Norddeutschen. Interessant ist, was Herbst[3]) über die Eier von Seeigeln und Seesternen anführt. Er sagt nämlich: „dass sich nicht nur Eier verschiedener Klassen von Seeigeln und Seesternen gegenüber bestimmten Stoffen verschieden verhalten können, sondern es können sogar Eier ein und desselben Seeigelweibchens sich verschieden verhalten, so dass also jedesmal unter Geschwistern von Anfang an individuelle chemische Verschiedenheiten bestehen". Darwin[4]) zitiere ich besonders in bezug auf den Menschen, denn er sagt: „Offenbar unterliegt der Mensch gegenwärtig einer bedeutenden

1) Sitzungsber. d. kgl. Pr. Akad. d. Wissensch. Berlin 1885. Bd. 49.
2) Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde. Berlin 1885. Nr. 1.
3) Arch. f. Entwicklungsmechanik. Bd. 17. 1904.
4) Abstammung des Menschen. Bd. I. S. 93.

Digitized by Google

Variabilität. Nicht zwei Individuen ein und derselben Rasse sind vollständig gleich". „Ein ausgezeichneter Zahnarzt versicherte mich, dass die Zähne fast ebenso viele Verschiedenheiten darbieten, wie die Gesichtszüge". J. Wood versicherte ihn, dass er an 36 Leichen 295 Muskelvarietäten, und an einer gleichen Zahl 558 Varietäten nachgewiesen habe. Eine einzige Leiche bot die ausserordertliche Zahl von 25 verschiedenen Abnormitäten dar. Und weiter sagt Darwin auf S. 219: „In dieser Beziehung ist der Mensch jenen von den Naturforschern polymorph genannten Formen ähnlich, welche äusserst variabel geblieben sind und zwar, wie es scheint, infolge des Umstandes, dass ihre Abänderungen von einer indifferenten Beschaffenheit und infolge hiervon der Einwirkung der natürlichen Zuchtwahl entgangen sind". Man könnte nun diese Variabilität des Menschen auf einen Einfluss der Domestikation beziehen, jedoch bestand diese Variabilität offenbar schon in den frühesten uns bekannten Entwicklungsstufen des Menschen, nämlich bei der sog. Neandertalrasse, bei der von einer Domestikation füglich wohl noch nicht die Rede gewesen sein kann. Die Funde im Neandertal bei Spy, Krapina und anderwärts differieren in der Tat nicht unerheblich. Man könnte nun sagen, dass diese Funde vielleicht nicht von gleichzeitig lebenden Rassen herrühren, und speziell ist ja für Krapina behauptet worden, dass in Wirklichkeit hier zwei Rassen miteinander gekämpft haben. Aber bei den Funden von Spy kann füglich von einem solchen wesentlichen Zeitunterschied nicht die Rede sein. Und doch sind die dort gefundenen Skelettteile und speziell die Schädelstücke so verschieden voneinander, dass, wenn sie Tieren angehörten, man keine Bedenken tragen würde, von zwei verschiedenen Spezies zu sprechen, wie schon vorher erwähnt wurde. Wenn Haacke[1]) der Meinung ist, dass die Variabilität bei den höheren Tieren und speziell beim Menschen grösser sei als bei niederen Tieren, so möchte ich das im Prinzip nicht für richtig halten. Wir haben bei höheren Tieren nur zahlreichere und deutlichere Kriterien um die Unterschiede zu bemessen. Je näher uns eine Art oder Rasse steht und je mehr wir uns deshalb mit ihr beschäftigen, um so verschiedener er-

1) Gestaltung und Vererbung. Leipzig 1893.

Digitized by Google

scheinen uns die Einzelindividuen, so bei der eigenen Rasse im Vergleich mit einer fernstehenden, z. B. der mongolischen. Es ist ja bekannt, dass, wenn man eine Reihe von Chinesen oder Negern, oder sonst eine uns fernstehende Rasse erblickt, dieselbe uns dann zunächst sehr gleichartig erscheint, und erst nach einiger Beobachtung sehen wir die Unterschiede. Darauf beruht ja auch die ganz allgemein verbreitete Regel, dass man Aehnlichkeiten zwischen Menschen nur im Anfang der Bekanntschaft wahrnimmt und dass dieselben gegenüber den Verschiedenheiten bei genauerer Betrachtung immer mehr verschwinden und der Erkenntnis der Unterschiede Platz machen. So ist es nun ganz besonders auch mit den Tieren. Es ist ja bekannt, dass Pferdekenner jedes einzelne Pferd, das sie einmal genau betrachtet haben, immer wieder erkennen. Aber wenn man sich nicht besonders damit beschäftigt, so scheinen einem alle Pferde, die annähernd die gleiche Grösse und Farbe haben, einander gleich zu sein, speziell was z. B. den Gesichtsausdruck betrifft. Dabei spielt auch die Intelligenz des Tieres, die ja gerade den Gesichtsausdruck beeinflusst, eine grosse Rolle. Wenn man z. B. durch eine Hundeausstellung geht und sieht eine Reihe von Ayrdale-Terriers, Fox-Terriers oder Teckel, so erscheint einem ohne weiteres fast jeder Kopf verschieden, selbst wenn sonst eine weitgehende körperliche Aehnlichkeit besteht. Dagegen erscheinen die Einzelindividuen einer weniger intelligenten Rasse, wie z. B. der Black-and-ten-Terriers untereinander so ähnlich, dass man die einzelnen Individuen zunächst kaum voneinander unterscheiden kann. Je niedriger ein Tier steht, um so schwieriger sind die Unterschiede der Einzelindividuen zu erkennen, und diese Schwierigkeit steigert sich naturgemäss bei den niedrigsten Individuen und speziell bei den einzelligen so weit, dass individuelle Variationen kaum noch erkannt werden können.

Diese individuelle Verschiedenheit tritt nun bei Tieren und Menschen nicht nur unter den gewöhnlichen Bedingungen hervor, sondern sie wird ganz besonders deutlich gemacht bei der Entstehung von Krankheiten. Es haben das die Mitteilungen von Herbst an Seeigeleiern gezeigt, und Aehnliches berichtet Loeb in seinen Untersuchungen über osmotische Einwirkungen auf die Eier

Digitized by Google

niederer Tiere. Ganz besonders aber sehen wir das bei den natürlichen Krankheiten der Menschen und Tiere und bei den bei Tieren künstlich erzeugten Infektionen. Wenn man z. B. eine Anzahl Kaninchen mit gleich virulenten und annähernd gleichen Mengen von Tuberkelbazillen impft, z. B. in die vordere Augenkammer, so verhalten sich diese Tiere nicht wie die Meerschweinchen absolut hinfällig gegen die entstandene Tuberkulose. Man sieht vielmehr, dass sich sehr verschiedene Zustände entwickeln, die sich z. T. von der in Angriff genommenen Rasse, z. T. aber auch von der Konstitution des Individuums abhängig erweisen. Bei einzelnen Tieren tritt gerade wie bei Meerschweinchen überhaupt eine allgemeine Tuberkulose ein, bevor es lokal zu sehr ausgiebigen Zerstörungen gekommen ist. Bei anderen Kaninchen entwickelt sich eine sehr starke lokale Tuberkulose, und erst nach langem Bestehen schliesst sich eine allgemeine daran an. Wieder bei anderen Tieren bleibt die Tuberkulose dauernd lokal. Das Auge wird zerstört, ulzeriert, und die Tiere gehen früher oder später an hinzutretenden septischen Erkrankungen zu Grunde. Endlich wieder bei anderen Kaninchen kommt der Prozess zum Stillstand und schliesslich zur spontanen Ausheilung. Das ist freilich die Minderheit, aber unter einer grossen Zahl von Tieren begegnet man immer einigen, die sich in dieser Weise verhalten.

Auch beim Menschen ist diese individuelle Disposition für bestimmte Krankheiten vielfach Gegenstand ausführlicher Diskussionen gewesen. Während eine Zeitlang, nämlich in der Hochflut der bakteriologischen Aera, die Disposition vollkommen geleugnet wurde, ist sie später immer mehr und mehr wieder zu ihrem Recht gekommen, und wir wissen heutzutage mit aller Sicherheit, dass das Entstehen und die Schwere einer Infektionskrankheit nicht nur abhängig ist von dem Eindringen irgendwelcher Bakterien in den menschlichen Körper, oder von der Virulenz derselben, sondern sehr wesentlich von der Disposition des Individuums, ja diese ist sogar für die Entstehung solcher Infektionskrankheiten, deren Erreger praktisch als ubiquitär zu bezeichnen sind, die eigentliche Ursache der Krankheit. Speziell hat sich auch dieser Umstand bei der Tuberkulose gezeigt, nachdem es unzweifelhaft nachgewiesen war, dass jeder Kulturmensch fortwährend in der Lage ist, viru-

Digitized by Google

lente Tuberkelbazillen in sich aufzunehmen mit der Butter, mit Schlagsahne, mit Milch und auf dem Wege der Atmung, durch den Verkehr mit anderen tuberkulösen Individuen und durch den Staub in Stuben und auf den Strassen. Wenn nun auch gezeigt wurde, dass ein sehr hoher Prozentsatz der Menschen Spuren tuberkulöser Veränderungen in sich trägt, so ist doch auf der anderen Seite nachgewiesen, dass bei den allermeisten Individuen beginnende tuberkulöse Affektionen zur Ausheilung kommen, ohne jemals eine bemerkbare Schädigung des Individuums herbeizuführen. Nur bei einem gewissen Teile der Menschen, etwa $^1/_7$, führt die Tuberkuloseinfektion zu einer wirklichen Erkrankung. Auch ein Teil dieser geht noch in Heilung über. Der Rest, der nun an Tuberkulose stirbt, zeigt sehr verschiedene Verhältnisse in dieser Beziehung, und die verschiedenen Formen der Lungenphthise sind in bezug auf ihr anatomisches Verhalten und ihre klinischen Erscheinungen und auf die Dauer ihres Verlaufes ausserordentlich verschieden. Wenn auch ein Teil dieser Verschiedenheit durch die Art der Lokalisation und Mischinfektionen hervorgebracht wird, wenn auch vielleicht die akute Miliartuberkulose sich von der chronischen Lungenphthise wesentlich durch die Virulenz der eingeführten Tuberkelbazillen und durch die Art ihrer Dissemination im Körper unterscheiden mag, so ist doch zweifellos die typische Lungenphthise, wie durch die Untersuchungen von Freund, Hart[1]) und anderen mit Sicherheit nachgewiesen wurde, auf eine individuelle Variation am oberen Brustkorb zurückzuführen. Da ich auf diese Punkte noch wiederholt zurückkomme, so will ich hier nicht näher darauf eingehen. Nicht nur bei der Tuberkulose und überhaupt nicht allein bei den chronischen Infektionskrankheiten, sondern auch bei den akuten zeigen sich vielerlei Differenzen, die von der allgemeinen Konstitution des Individuums abhängig sind, und jeder beschäftigte Arzt ist in der Lage, eine grosse Zahl von Beispielen für diese Anschauung beizubringen. Wir brauchen also nicht nur auf die anatomische Form des Individuums einzugehen, seine äussere Gestaltung, die Variation seiner Knochen und inneren Organe, sondern wir sehen, dass diese Variationen auch in dem allgemeinen Stoff-

1) Hart und Harrass, Der Thorax phthisicus. Stuttgart 1908.

Digitized by Google

wechsel zum Ausdruck kommen, der abhängig ist von der Funktion sämtlicher Organe gemeinsam.

Ganz unzweifelhaft verhalten sich in einem Individuum nicht alle Organe in bezug auf die Variationsfähigkeit gleichartig. Es ist seit langer Zeit darauf hingewiesen, dass die Variabilität besonders solcher Organe eine grosse ist, die für die Existenz des Individuums geringe Bedeutung haben, oder die in der Rückbildung begriffen sind. So sehen wir diese an den Haaren, den Nägeln, den Ohren, der Nase und den Zähnen ganz besonders hervortreten. Wir sehen sie weiter an dem in Rückbildung begriffenen Processus vermiformis und an der ebenfalls, wie Wiedersheim[1]) hervorgehoben hat, auf dem Wege der Reduktion vorwärtsschreitenden oberen Brustgegend. Von den inneren Organen, die von Bedeutung sind und trotzdem in ihrer Form vielfach variieren, sind besonders die Leber und das Gehirn zu erwähnen. Kaum zwei Gehirne gleichen sich in der Ausbildung ihrer Gyri vollkommen, und die Differenzen sind manchmal von so ausgiebiger Weite, dass sie ohne genaueren Vergleich ins Auge fallen.

Aus alledem ist von jeher der Satz abgeleitet worden, dass alles sich im Fluss befindet und dass eine Konstanz nirgends vorhanden ist. Man könnte nur die Frage aufwerfen, die seit Lamarcks Zeiten viel diskutiert worden ist, ob von Zeit zu Zeit eine grössere Konstanz vorhanden ist, während in anderen Zeiten wiederum eine grössere Veränderlichkeit vorliegt. Lamarck machte den Vergleich mit dem Zeiger einer Uhr, und er sagte, „dass ein Individuum, das nur eine Sekunde am Leben wäre, nicht imstande sein würde, die Bewegung der Uhr zu erkennen.“ Auch Weismann[2]) sagt: „Es ist ein falscher Schein, dass die meisten Tierarten still zu stehen scheinen“. Nun verhalten sich in dieser Beziehung auch verschiedene Tierarten nicht gleichmässig. Es sind Fälle angeführt worden, wo ganz offenbar Veränderungen eintraten, und zwar besonders gut beobachtet sind verschiedene Schmetterlingsarten, so z. B. die Psilura monacha, Spilosoma lubricipeda, Aglia tau, der vorher schon erwähnte Amphidasis betularius u. v. a.[3]) Alle diese Tiere variieren im Sinne eines Dunklerwerdens, und es

1) Bau des Menschen. 3. Aufl. Tübingen 1902.
2) Vorlesungen über Deszendenz. Bd. 2. S. 255/56.
3) Vergl. Standfuss, Handbuch. 1896.

Digitized by Google

scheint, dass dies an verschiedenen Stellen schneller vor sich geht als an anderen. Auf der anderen Seite erscheint es, als wenn manche Arten und Rassen, so lange man sie auch überblicken kann, unverändert geblieben sind. So wird besonders vom Menschen behauptet, dass er von der postglacialen Zeit an bis auf den heutigen Tag sich nicht mehr verändert habe. Wenn das wirklich der Fall wäre, so würde das ein nicht unwesentliches Moment für die ganze Betrachtung darstellen, denn es kann keinem Zweifel unterliegen, dass, wenn wir für die geologische Periode so viele Jahre annehmen, als irgend zulässig erscheint, ein Zeitraum von mehreren tausend Jahren nicht unwesentlich sein kann und nicht für diese Zeit als Sekunde im Lamarckschen Sinne imponieren kann. In Wirklichkeit geht unsere historische Tradition über viele tausend Jahre zurück. Wir haben Dokumente, die heute noch verstanden werden können, die mehrere tausend Jahre v. Chr. aufgezeichnet sind, so z. B. bei den Chinesen, den Indiern und den Aegyptern. Die mündliche Tradition reicht unzweifelhaft noch viel weiter zurück. Historische Tradition aber beweist, dass eine grosse Aehnlichkeit in der Auffassungsfähigkeit der Individuen in dieser ganzen Zeitspanne vorhanden gewesen sein muss. Jede wesentliche Veränderung muss das Verständnis unter den Individuen ebenso aufheben, wie es aufgehoben ist zwischen den Menschen und den übrigen Tieren, auch den ihm am nächsten stehenden anthropoiden Affen. Wäre also eine sehr wesentliche Veränderung im Laufe dieser mehreren tausend Jahre eingetreten, so würde eine historische Tradition nicht mehr bestehen können. Nun ist aber zu bemerken, dass, wenn auch ein geistiges Verständnis zwischen verschiedenen Menschenrassen z. B. vorhanden ist, doch dieses Verständnis nicht gleich gross ist. Wir können sagen, dass in bezug auf die Art des Denkens und Empfindens die germanische Rasse mit der romanischen und slavischen z. B. ziemlich vollständig übereinstimmt. Dagegen ist eine solche vollständige Uebereinstimmung der kaukasischen Rasse einerseits und der mongolischen andererseits, oder zwischen der ersteren und den arabischen Völkerschaften, oder auch zwischen den mongolischen und den arabischen durchaus nicht eine so durchgehende. Vielmehr kann man mit Sicherheit sagen, dass uns manche Empfindungen und Gedankenrichtungen der mongo-

Digitized by Google

lischen Rasse z. B. vollständig abgehen und umgekehrt, dass wir auch nicht im entferntesten imstande sind, uns in manche Gedankenrichtungen ganz anderer Volksrassen zu versetzen, und ebenso diese nicht in die unsrige. Es rührt das ganz offenbar nicht von der traditionellen, durch die Erziehung beeinflussten Gedankenrichtung her, sondern liegt in dem Wesen der Rasse begründet. Wir sehen also hier unzweifelhaft Differenzen, die, wenn sie sich noch weiter auseinander drängten, schliesslich zu einer vollständigen gegenseitigen Verständnislosigkeit und weiter zu einer geschlechtlichen Isolierung führen müssten.

Nun ist es in der Tat, abgesehen von den historischen Traditionen, sehr schwer zu sagen, wie weit die ältesten postglacialen, uns einigermassen bekannten Menschen von den heutigen differiert haben, denn was wir von ihnen sehen, ist ausserordentlich gering. In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich um nichts weiter als um spärliche Knochenreste. Von Weichteilen sind gelegentlich in Mumien noch Reste erhalten, und es ist auch in einigen wenigen Fällen gelungen, zu zeigen, dass dieselben noch die gleichen Eiweissreaktionen geben wie die Weichteile der heutigen Menschen.[1]) Aber wir wissen, dass eine solche Uebereinstimmung sogar zwischen den Menschen und den anthropoiden Affen besteht, und dass also daraus noch nicht eine geringere Differenz ausgeschlossen werden kann. Vielleicht könnte hier die Einwirkung der Infektionskrankheiten einen gewissen Fingerzeig geben, denn in Wirklichkeit sehen wir, dass grosse Epidemien, wie z. B. die Pest, die immer wieder von Zentralasien ausgehend über Europa hereingebrochen ist, heutzutage nicht mehr imstande ist, solche Dimensionen in Kulturländern anzunehmen wie in früherer Zeit. Es steht jedoch dieser Betrachtung entgegen, dass die geringere Verbreitung der Pest nicht auf eine Veränderung der Disposition zurückzuführen sein könnte, als vielmehr auf die besseren hygienischen Massnahmen der modernen Zeit. Wir haben aber eine Krankheit, die ganz unzweifelhaft durch Selektion eine Veränderung an den Menschen hervorgebracht hat und heutzutage

1) Diese Tatsache besteht zu Recht, trotzdem an anderen Mumien später diese Reaktion nicht wieder gelungen ist. Die von Meyer in meinem Laboratorium ausgeführten Untersuchungen haben das mit Sicherheit erwiesen. Die Präzipitin-Reaktion war eine absolut sichere.

Digitized by Google

UNIV. OF CALIFORNIA

noch überall, wo sie zum erstenmal hingelangt, hervorbringt, das ist die Syphilis. Als dieselbe zum erstenmal aus Amerika kommend nach Europa gelangte, da erzeugte sie eine Epidemie von solcher Schwere, wie sie heute kaum noch bekannt ist. Ganz offenbar ist es, dass die Durchseuchung des Menschengeschlechts mit dieser, in ausgezeichneter Weise intrauterin übertragbaren Krankheit eine Art von erblicher Immunität erzeugt hat, die nicht absolut, aber doch relativ ist, so dass die heutigen Menschen einer von Syphilis durchseuchten Rasse unzweifelhaft in bezug auf ihren Stoffwechel sich anders darstellen müssen als in früherer Zeit. Wollte jemand behaupten, dass dies nicht zu einer Veränderung der Art, sondern nur zu einer vorübergehenden relativen Immunisierung geführt hätte, so würde sich einer solchen Behauptung gegenüber allerdings nicht viel Stichhaltiges sagen lassen, denn der Versuch, wie sich heutzutage Menschen gegenüber der Syphilis verhalten würden, die durch viele Generationen hindurch von Syphilis frei waren, ist praktisch unausführbar.

Ich glaube, dass aus diesen Betrachtungen mehrererlei hervorgeht, einmal dass wir eine Veränderung des Menschengeschlechts in historischer Zeit, wozu ich auch die aus sog. prähistorischer Zeit überkommenen Gräberfunde rechne, seit der postglacialen Periode nicht mit Sicherheit nachweisen können, zweitens aber dass auch nicht behauptet werden darf, die Menschen hätten sich seit dieser Zeit nicht umgewandelt. Und endlich ist mit Sicherheit anzunehmen, dass, wenn eine Umwandlung eingetreten ist, dieselbe nur sehr geringfügig und nicht über die Bildung neuer Rassen hinausgegangen ist, jedenfalls nicht den Wert einer beginnenden neuen Artbildung besitzt.

Es ist nun ganz unzweifelhaft, dass, auch ganz abgesehen von den nicht erblichen Variationen, die erblichen an Menschen und Tieren einen ganz verschiedenen Wert haben, und zwar zunächst in ihrer Bedeutung für das Leben des Individuums und für die Erhaltung der Art. Viele dieser Veränderungen haben sicher von vornherein einen ganz bestimmten Selektionswert. Andere würden einen solchen Selektionswert besitzen, wenn sie gleich von vornherein mit der nötigen Stärke auftreten würden, haben denselben aber nicht in ihren ersten Anfängen. Wieder andere sind für die

Digitized by Google

Existenz des Individuums gleichgiltig und haben deswegen sicher selbst in ihrer stärksten Ausbildung keinen Selektionswert. Unter denjenigen, die einen Selektionswert besitzen, kann man wieder nützliche und schädliche unterscheiden. Nun ist es mir von jeher sehr vermessen vorgekommen, ein Urteil darüber abzugeben, ob eine Eigenschaft einen Selektionswert hat oder nicht, und die Gefahr, auf diesem Wege zu unrichtigen Beurteilungen zu kommen, ist deswegen so überaus gross, weil wir auch nicht annähernd die äusseren und inneren Bedingungen kennen, die eine Eigenschaft selektionswertig machen können oder nicht. Man sieht denn auch, dass garnicht selten die Autoren auf diesem Gebiete ganz verschiedener, oft diametral entgegengesetzter Ansicht waren. Es ist in der Tat erstaunlich, dass ein so ausgezeichneter Kenner wie Herbert Spencer die feine Sensation der Zunge für eine Eigenschaft hält, die keinen Selektionswert besitzt, und er sagt ausdrücklich: „Es müsse doch ganz gleichgiltig sein, ob die Empfindung der Zunge eine mehr oder weniger feine sei". Offenbar rührt diese Vorstellung Spencers davon her, dass er niemals pathologische Zustände beobachtet hat, denn in Wirklichkeit genügt die geringste Herabsetzung in der Feinheit der Sensation der Zunge, um die Individuen zu veranlassen, alle möglichen Dinge herunterzuschlucken, die unter Umständen schädliche Folgen haben können. So sieht man, dass Menschen mit Polyneuritis z. B. nach Diphtheritis und herabgesetzter Empfindungsfähigkeit der Mundschleimhaut kleine Knochensplitter, Fischgräten, Obstkerne und dergl. mehr nicht zu empfinden vermögen, und dass sie diese Dinge manchmal in grossen Mengen herunterschlucken, die dann im Darm zu Störungen und Krankheiten Veranlassung geben können, so z. B. die Fischgräten zur Entstehung einer Mastdarmfistel. Wenn eine solche Herabsetzung der Sensibilität bei dem Menschengeschlecht eine allgemeine würde, so würde zweifellos dadurch ein schädigender Einfluss auf die Existenz ausgeübt werden.

Es gibt Menschen, die einen mangelhaft entwickelten Geruchssinn haben, oder bei denen derselbe durch verschiedene Einwirkungen abgeschwächt ist. Solche Menschen haben auch infolgedessen eine verminderte Geschmacksfähigkeit, und es kommt daher bei ihnen vor, dass sie verdorbene Nahrungsmittel essen, die sich

Digitized by Google

dann giftig bei ihnen erweisen und wodurch sie in ihrer Gesundheit geschädigt werden. Sie verhalten sich also wie Tiere, die den Instinkt, schädliche von nicht schädlicher Nahrung zu unterscheiden, verloren haben, wie es bei der Domestikation häufig vorkommt, so dass z. B. Rinder, die in ein Kleefeld geraten, sich schwere und lebensgefährliche Schädigungen zuziehen. Auch niedere Tiere verhalten sich so. Die Seidenraupe Yama Mas kann man frei in Eichenwaldungen züchten. Die gewöhnliche Morusseidenraupe dagegen ist seit vielen Jahrhunderten ein Haustier und dadurch höchst unbehilflich und unselbstständig geworden. Auf dieses Verlorengehen der natürlichen Instinkte in der Gefangenschaft und bei der Domestikation weist auch schon Darwin[1]) hin, und er führt als Beispiel an, dass gewisse Geflügelrassen in der Gefangenschaft selten oder nie brütig werden. Die Instinkte, die unter diesen Bedingungen verloren gehen, lassen sich in drei Gruppen teilen. Erstens Instinkte, die die Tiere vor ihren Feinden schützen, zweitens Instinkte der Nahrungsaufnahme und drittens Instinkte, die den Geschlechtstrieb betreffen. Es ist leicht verständlich, warum diese drei Gruppen von Instinkten sich in der Gefangenschaft und bei der Domestikation nicht erhalten. Die Tiere unter diesen veränderten Bedingungen sind nicht mehr darauf angewiesen, sich selbst vor ihren Feinden zu schützen, denn an diese Stelle tritt der Schutz durch den Menschen und dadurch geht sowohl die persönliche Uebung, als auch durch Selektion die ererbte Fähigkeit allmählich verloren. Auch die zweite Gruppe ist dadurch erklärlich, dass der Mensch für die beste Ernährung seiner Haustiere und derjenigen Tiere, die er in Gefangenschaft hält, sorgt. Es wird den Tieren nicht die Wahl gelassen, zwischen verschiedenen Futterarten sich das Passendste auszusuchen. Auch hier konkurriert also die fehlende Gewohnheit mit der erblichen Fähigkeit. Was die dritte Gruppe betrifft, so hängt dieselbe zusammen mit der starken Einwirkung, die die Gefangenschaft und die Domestikation erfahrungsgemäss auf die Brunstzeit und auf die Menstruation der Tiere ausübt.

Man kann auch beim Menschen diese Einflüsse aufs deutlichste erkennen.

1) Entstehung der Arten. S. 242.

Digitized by Google

Es gibt Kinder, die gewohnheitsmässig alles in den Mund stecken und herunterschlucken, ohne dass sie sonst eine geistige Minderwertigkeit erkennen lassen. Es ist das in der Tat bei manchen eine Art von ganz spezialisierter geistiger Verirrung. Eine solche Variation, obwohl sie vielleicht auf den ersten Blick ganz irrelevant erscheint, hat doch einen ganz ausgezeichneten Selektionswert, und auch sie hängt vielleicht in manchen dieser Fälle nicht allein von groben physischen Variationen ab, sondern auch von ganz feinen Variationen des Geschmackssinnes oder des Tastsinnes an den Schleimhäuten des Mundes und des Rachens.

Hier würden dann auch die Idiosynkrasien zu erwähnen sein, die offenbar als Erscheinung bestimmter Variationen im Stoffwechsel zu deuten sind. Am meisten bekannt sind ja die im allgemeinen wenig schädlichen Idiosynkrasien gegen Erdbeeren, Krebse und manche Medikamente, wodurch die betreffenden Individuen urtikariaartige, aber schnell vorübergehende Ausschläge bekommen. Ich habe einen solchen Fall beobachtet, wo ein Knabe bis zu seinem 15. Lebensjahr hin bei jeder Berührung mit Eigelb, auch wenn dasselbe in Speisen verarbeitet war, aber ohne zu grosse Verdünnung, eine starke Anschwellung des Lippenrots und der Schleimhaut des Mundes bekam. Mit zunehmendem Alter schwand diese Idiosynkrasie allmählich. Anderen Stoffen gegenüber aber können solche besonderen Abneigungen des Körpers geradezu gefährlich werden, und so sieht man gelegentlich Menschen an Dosen von Quecksilber, Kali chloricum, Phenacetin usw. sterben, während von allen übrigen Menschen die gleichen Dosen ohne irgend welche Schädigung ertragen werden. Man sieht also auch hierin Eigenschaften, die in ganz ausgezeichneter Weise einen Selektionswert haben, obwohl dieselben sich als ganz geringfügige Abänderungen darstellen, die anatomisch, also durch einfache Betrachtung der Morphologie, überhaupt garnicht erkennbar sind.

Viele Autoren äussern sich über manche Eigenschaften von Tieren ganz apodiktisch dahin, dass dieselben doch offenbar gar keinen Selektionswert haben können. Ich gebe zu, dass das für viele Eigenschaften in der Tat sehr unwahrscheinlich ist, und würde selbst bei grösster Kritik von manchen Eigenschaften ebenfalls so urteilen, aber ob dieses Urteil dann richtig ist, ist doch in

Digitized by Google

keinem Fall mit vollkommener Sicherheit zu beweisen. Trotzdem stehe ich tatsächlich auf dem Standpunkt, dass es Eigenschaften gibt, die für das Individuum ganz gleichgiltig sind, die sicherlich keinen Selektionswert besitzen und auch in ihrer höchsten Ausbildung nicht erhalten, und deren Entstehung deswegen auch nicht auf Selektion zurückgeführt werden kann. Das gilt auch ganz bestimmt von den schädlichen Variationen, die ja unter keinen Umständen durch Selektion entstanden sein können. Denn wenn man sich auf den Standpunkt stellt, dass jede Eigenschaft in irgend einer Weise nützlich sein müsse, weil alles durch Selektion entstanden ist, so ist das sicherlich unrichtig.

Diese Anschauung ist tatsächlich auch niemals von Darwin verfochten, sondern zum grössten Teil erst von seinen Gegnern hineingetragen worden. Es ist von Darwin niemals behauptet worden, dass die Selektion die einzige Bedingung sei, die die Entstehung der Arten oder einzelner Eigenschaften bewirkt. Daneben werden die allerverschiedensten Umstände zugelassen. De Vries[1]) sagt ausdrücklich: „Die Natur bringt nicht nur das Zweckmässige hervor, sondern sie scheint in ihrer schaffenden Kraft geradezu unbeschränkt zu sein, sie bildet sozusagen alles mögliche und überlässt es ferner der Lebenslage, das gerade Passende für sie auszuwählen. Die Mutabilität ist, wie man es nennt, eine richtungslose". Die Tatsachen lehren ja auch allerwärts, dass gleichgiltige und sogar schädliche Eigenschaften vielfach vorhanden sind, es würde ja sonst garnicht zu erklären sein, dass Arten und sogar ganze Gattungen aussterben.

Es ist zweifellos, dass die Selektion allein nicht imstande ist, eine gleichgiltige oder schädliche Eigenschaft zu erzeugen, vielmehr könnte sie nur eine solche ausmerzen, was sie aber tatsächlich in vielen Fällen nicht tut, da es faktisch schädliche und gleichgiltige Eigenschaften gibt. Da ich auf diesen Punkt später noch zurückkomme, so will ich mich hier mit diesen kurzen Angaben begnügen.

Nun haben aber die Variationen noch in anderer Beziehung eine verschiedene Bedeutung, wie das von jeher anerkannt worden

1) Mutationslehre. Bd. I. S. 365.

Digitized by Google

ist, nämlich in ihrer Amplitude, und schon Darwin hat darauf hingewiesen, dass es sprungweise Variationen und kleine allmählich fortschreitende Veränderungen gibt. Auf die ersteren, die im wesentlichen mit den de Vriesschen Mutationen übereinstimmen, hat er zunächst den grössten Wert gelegt. Später aber glaubte er, dass die kleinen, allmählich fortschreitenden Variationen eine grössere Bedeutung für die Entstehung der Arten abgeben, und er hat sich an verschiedenen Stellen bemüht, den Satz „Natura non facit saltum" zu verteidigen. Auch von späteren Schriftstellern ist auf diese Verschiedenheit der Variationen ein wesentliches Gewicht gelegt worden und dieselbe mit den verschiedensten Namen belegt worden. Jaeckel nennt die sprungweise Variation Metakinese, Kölliker: heterogene Zeugung. Bateson: discontinous variation, Eimer: Halmotogenesis. Besonders in den Vordergrund gerückt wurde aber diese Betrachtung durch die bekannte Untersuchung von Hugo de Vries über die Mutation. Es hat sich dann eine grosse Diskussion daran geknüpft, ob es Mutationen gibt, ob Mutation von Variation zu unterscheiden ist, und welche Bedeutung der Mutation zukommt. Hier ist nun wieder ganz besonders darauf hinzuweisen, dass ganz offenbar die einzelnen Forscher, die sich an der Diskussion beteiligten, auf einem ganz verschiedenen Standpunkt standen, je nachdem sie Zoologen oder Botaniker waren, und es kann auch in der Tat gar keinem Zweifel unterliegen, dass vom botanischen Standpunkt aus diese Dinge ganz anders aussehen als vom zoologischen. Man kann im allgemeinen sagen, dass sich mehr Botaniker dem Standpunkte von H. de Vries angeschlossen haben, während die Zoologen ihm mehr widersprechen. Dass sich auch Paläontologen vielfach für die Anschauungen de Vries' erklärt haben, ist aus dem ihnen zu Gebote stehenden Material psychologisch verständlich. Die Existenz von Mutationen als sprungweisen Variationen kann wohl kaum geleugnet werden, und es gibt dafür in der Tat eine ganze Reihe von Beobachtungen, die das mit Sicherheit beweisen. Besonders lassen sich solche bei Pflanzen nachweisen, von denen Weismann[1]) eine Reihe anführt und worüber er auch[2])

1) Bd. II. S. 227.
2) e. d. S. 160.

Digitized by Google

unter dem Namen sprungweise Varianten spricht, wobei er allerdings zu dem Resultat kommt, dass diese mit der Abänderung der Arten im ganzen nichts zu tun haben. Von manchen Tierrassen wissen wir mit Sicherheit, dass sie ganz plötzlich entstanden sind, so die sog. Anconrasse, die von einem Widder stammt, der von ganz normalbeinigen Eltern geboren wurde. Nach den Angaben von Azara stammt die ungehörnte Kuhrasse von Paraguay von einem ungehörnten im Jahre 1770 geborenen Stier ab. Schimkewitsch[1]) gibt an, dass er in seinem Hof fünfzehige Hühner habe entstehen sehen, die er ohne grosse Mühe rein züchten konnte. Fünfzehige Hühner sind überhaupt nichts Ungewöhnliches, und manche Arten, z. B. die Haubenhühner, neigen ganz besonders zu dieser Variation. Die plötzlich entstandene Shorthorne-Rasse der Rinder ist von Gentry zwanzig Jahre lang ohne Blutauffrischung gezüchtet worden. (Es wurden aber immer die besten Tiere zur Weiterzucht ausgesucht, so dass diese Erfahrung nicht dem schädlichen Einfluss der Inzucht widerspricht.) Es liessen sich noch eine grosse Menge von Beispielen sogenannter Sprungvarianten anführen. So ist z. B. der Schwarzschulterpfau in der Pfauenherde des Lord Brownslows plötzlich entstanden. Dieselbe Form trat ebenso plötzlich auf in der Zucht des Sir Trevelyans. Auch die vierhörnigen Ziegenrassen, die dreihufigen Schweine Bessarabiens und der Krim, die Teleskopfische, die Fahnenschwanzvarianten der Goldfische und die Kanarienrassen, soweit sie keine Hybriden sind, sind Sprungvarianten. Korschinsky ist der Ansicht, dass diese Heterogenese nicht durch äussere Faktoren zustande kommen, sonst müssten sie zahlreicher unter den gleichen Bedingungen auftreten, während es in Wirklichkeit unter tausenden von unter gleichen Bedingungen wachsenden Individuen nur eine Sprungvariante gibt. Wenn aber von manchen solchen Beispielen angegeben wird, dass sie durch plötzliche Mutation entstanden seien, so ist das doch ohne genaue Kenntnis der einzelnen Fälle nicht ohne weiteres bewiesen. Wenn Klebs[2]) z. B. sagt: „Von vielen Pflanzenarten gibt es erblich konstante Zwergvarietäten, dieser Charakter ist durch

1) Biolog. Zentralblatt. Bd. 26.
2) Willkürliche Entwicklung bei Pflanzen. Jena 1903.

Digitized by Google

Mutation entstanden", so könnte das vom theoretischen Standpunkt aus angezweifelt werden und dürfte nur für diejenigen Fälle Gültigkeit haben, deren plötzliche Entstehung tatsächlich beobachtet wurde. Dasselbe gilt von der Angabe Schimkewitschs[1]), der sagt: „Die Hunderassen mit überzähligen Zehen haben dieses Merkmal natürlich auf plötzlichem Wege erworben." Dieses „natürlich" scheint mir durchaus nicht so vollständig festzustehen, und Darwin[2]) weist schon mit Recht darauf hin, dass manche Eigenschaften, die man sich vielleicht durch sprungweise Variation entstanden denken könnte, in Wirklichkeit nicht durch eine solche entstanden sind. Er sagt nämlich: „Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Schwärze des Negers zuerst als eine plötzliche Abänderung oder als ein Naturspiel erschienen ist. Es müssten dann Mulatten oft entweder vollständig schwarz oder vollständig weiss geboren werden." Nun ist es die Frage, ob sich die Mutationen von den fluktuierenden Variationen, die auch als Fluktuationen bezeichnet werden und für die Schimkewitsch, wie mir scheint ganz unnötigerweise, den neuen Namen Flexuationen eingeführt hat, in prinzipieller Weise unterscheiden lassen. De Vries ist natürlich dieser Ansicht, andere widersprechen dem. So sieht Schimkewitsch zwischen den Mutationen und den fluktuierenden Variationen nur einen graduellen Unterschied, und er sagt, dass diese, seine Flexuationen, die Mutationen, Anomalien und Missbildungen eine kontinuierliche Reihe von individuellen Abweichungen darstellen. Es gibt Merkmale freilich, welche nur plötzlich auftreten, andere, welche sowohl plötzlich als allmählich auftreten, und wieder andere, welche sich nur allmählich entwickeln. Ziegler[3]) sagt, dass er nicht imstande sei, eine scharfe Trennung zwischen Variation und Mutation vorzunehmen und deswegen im weiteren Verlauf seines Vortrages auf diesen Unterschied nicht mehr Rücksicht nähme." Auch Gross[4]), der ebenfalls ein Gegner von der Bedeutung der Mutation für die Entstehung neuer Arten ist, gibt ausdrücklich an,

1) l. c.

2) Abstammung des Menschen. Bd. I. S. 197.

3) Ueber den derzeitigen Stand der Deszendenzlehre in der Zoologie. Jena 1902.

4) Biolog. Zentralblatt. 1900. Nr. 17/18.

Digitized by Google

dass die Mutationen mit den Fluktuationen durch Uebergänge in Verbindung stehen. Schröder[1]) erkennt den Unterschied zwischen Mutation und Fluktuation an und meint, dass beide für die Artbildung in Betracht kämen. In ähnlicher Weise spricht sich auch Keller[2]) aus. Plate[3]), der ein Gegner der de Vriesschen Mutationslehre ist und sich bemüht, dieselbe ausführlich zu widerlegen, ist wiederum der Ansicht, dass zwischen Mutation und Fluktuation nur ein gradueller Unterschied bestehe. Für die Selektion aber sei es ganz gleichgültig, ob die Kluft zwischen den Variationen eine kleinere oder grössere sei. Lotsy[4]) sagt: „De Vries meint, dass sämtliche Eigenschaften eines Mutanten von einem erblichen Träger abhängen und zwar, dass ein Mutant einen erblichen Träger mehr oder weniger besitzt als die Art, aus der er entstand. Damit ist ein grosser Unterschied zwischen einem Mutanten und einer Varietät gegeben. Eine Varietät besitzt gerade so viele erbliche Träger als die Art.“ Wir werden später in dem Kapitel über Altruismus sehen, dass diese Formel Lotsys in dieser Form schon deshalb nicht möglich ist, weil niemals ein einzelner erblicher Träger sich verändern, ausfallen oder hinzutreten kann, sondern alle Veränderungen immer mehrere Punkte betreffen müssen. Mir scheint aber auch sonst diese Anschauung Lotsys mehr theoretisch konstruiert, als durch die Tatsachen bewiesen zu sein. Ich möchte glauben, dass de Vries selbst den Begriff seiner Mutation genügend klar gelegt hat, um zu verstehen, wie er die Mutation von der Fluktuation unterscheidet, und ich glaube, dass Klebs diesen Unterschied recht präzise zum Ausdruck gebracht hat, wenn er sagt: „Die Variationen sind wesentlich von quantitativer, die Mutationen von qualitativer Art, und es würde nur die Frage sein, ob auch die qualitativen Abänderungen nicht ganz allmählich vor sich gehen können.“ Das ist nun zweifellos ebenso der Fall wie bei den Fluktuationen, denn jede Veränderung ist ja schliesslich ein Sprung, wenn derselbe auch manchmal ausserordentlich klein ist, und so würde es doch wieder nur auf einen graduellen Unter-

1) Allg. Zeitschr. f. Entomologie. Bd. IX. 1904.
2) Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie. Bd. II. 1905.
3) Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie. 1906. Heft 2.
4) Lotsy, Vorlesungen über Deszendenztheorien. S. 238.

Digitized by Google

schied zwischen Fluktuationen und Mutationen herauskommen. Aber de Vries führt ausdrücklich an, dass er als eine der besonderen Eigenschaften der Mutationen hervorhebe, dass dieselben sofort rein erblich seien. Leider trifft nun auch dieser Umstand nicht für alle Fälle sprunghafter Variation zu, und es ist speziell bei Tieren beobachtet worden, dass sicherlich durch Mutation entstandene Abänderungen bei Kreuzungen intermediäre Bastarde geliefert haben und sich nicht unter allen Umständen rein weiter züchten liessen, wofür Gross (l. c.) einige Beispiele anführt, unter anderem auch die Anconrasse der Schafe. Mir scheint, dass Mutationen immer Individuen treffen, die eigentlich nicht mehr für die äusseren Bedingungen passen, und deshalb sofort streng erblich auftreten. Variationen aber sind nur erblich, so lange die äusseren Bedingungen konstant sind.

Nun wird von vielen Autoren der Begriff der sprungweisen Variation so weit gefasst, dass auch ganz unzweifelhafte Missbildungen mit hierher gerechnet werden. Vielfach ist in dieser Beziehung der Albinismus angeführt worden. Bateson[1]) sucht die Entstehungsweise der Arten direkt aus solchen Anomalien zu erklären und hat zu diesem Zweck eine sorgfältige Sammlung derselben angestellt. Es kommt ja auch bei diesen Betrachtungen ganz wesentlich darauf an, wie weit man den Begriff der Missbildung fassen will. Virchow sagt in seinem Aufsatz über „Deszendenz und Pathologie“: „dass jede Variation als eine Abweichung vom Normalen etwas Pathologisches sei, und so könnte man in der Tat jede Variation als eine Missbildung auffassen“. Ich glaube, so weit darf man unter keinen Umständen gehen, denn die Silbe „Miss“ drückt doch aus, dass es sich um etwas Schlechtes, Uebles handelt. Man kann aber auch, abgesehen von diesem vielleicht unzweckmässig hineinzutragenden Gedanken der Minusvariation, den Unterschied zwischen Variation und Missbildung etwas schärfer ziehen, und ich glaube, es lässt sich das am besten an dem Beispiel des Albinismus dartun. Der Albinismus ist deswegen zweifellos zu den Missbildungen zu rechnen, weil er nicht nur als besonders gleichgiltige Variation auftritt, sondern verbunden ist mit

1) Materials for the studies of variation. London 1894.

Digitized by Google

Veränderungen, die eine unzweifelhafte Krankheit bedeuten. Ich meine nämlich die stets mit dem Albinismus, des Menschen wenigstens, verknüpfte Kurzsichtigkeit, während die entgegengesetzte ebenfalls sprungweise auftretende Variation der dunklen Pigmentierung, nämlich des Melanismus, eine solche Begleiterscheinung niemals erkennen lässt. Der Melanismus also würde vielmehr geeignet sein, als eine zur Veränderung der Art führende Mutation aufgefasst zu werden, als der Albinismus. Uebrigens ist es unrichtig, wie von manchen Autoren angeführt wird, dass der Albinismus sich in strenger Weise und rein forterbt, denn in Wirklichkeit sieht man schon in der ersten Generation nach dem Auftreten eines Albinismus garnicht selten Nachkommen entstehen, die nicht vollständig albinotisch, also intermediär sind. So ist mir ein albinotischer Herr bekannt, aus dessen Ehe mit einer normalpigmentierten Frau 5 Kinder hervorgingen. Davon waren die drei ältesten vollkommen normal, das vierte intermediär albinotisch, das jüngste vollständig albinotisch. Von diesen 5 Kindern sind 4 wieder verheiratet. Das fünfte starb in der Jugend. Von den Kindern der ältesten Tochter war das älteste intermediar albinotisch, die übrigen fünf Kinder normal. Von den fünf Kindern der zweiten Tochter war keines albinotisch. Von den Kindern der vierten intermediär albinotischen Tochter war das älteste Kind intermediär albinotisch, zwei andere Kinder normal, und von der jüngsten vollständig albinotischen Tochter waren beide Kinder intermediär albinotisch. Man sieht nun auch, dass albinotische Individuen ganz besonders häufig zu bestimmten Krankheiten disponieren, und zu diesen gehört auch die bekannte Neigung zu melanotischen Tumoren, wie sie bei den Schimmeln auftreten. Bei den Menschen tritt vor allen Dingen eine Neigung zu Ekzemen hervor, zur Acne rosacea, zu Teleangiektasien, alles Umstände, die darauf hindeuten, dass der Albinismus nicht lediglich eine Variation, sondern eine im strengen Sinne pathologische Veränderung des äusseren Keimblattes darstellt.

Man darf nun allerdings nicht diesen offenbar pathologischen Albinismus, der bei Menschen und Tieren vorkommt, mit den weissen oder fleckigen Variationen gewisser Tiere vergleichen und vor allen Dingen nicht mit denjenigen weissen Tierrassen, bei

Digitized by Google

denen die Farbe konstant geworden ist. Ein Eisbär, ein Schneefuchs sind nicht albinotische Tiere, und es ist unzweckmässig, wenn man mit Plate[1]) den Schabraken-Tapir und die Ibis religiosa als partiell albinotische Tiere bezeichnet. Daher sind denn auch die Resultate, die die Züchter mit weissen Mäusen und Ratten erhalten haben, sehr verschieden, denn die weissen Mäuse und Ratten sind z. T. wirklich albinotische Tiere, also Missbildungen der normalgefärbten gleichen Arten, während die gefleckten Tanzmäuse im Sinne einer Missbildung nicht albinotisch sind. Man sollte für diese Art der Weissfärbung, bei der vom theoretischen Standpunkt aus nichts im Wege steht, sie als durch Mutation entstanden zu betrachten, einen anderen Namen erfinden, um sie streng von dem echten Albinismus, wie er beim Menschen vorkommt, zu unterscheiden. Es ereignet sich auch zuweilen beim Menschen, dass scheckige Weissfärbung sowohl der Haare, wie auch der Haut vorkommt. Man hat das als Leukodermie bezeichnet und hat diesen Zustand mit Recht von dem Albinismus getrennt. Albinotische Menschen produzieren keine leukodermischen, und leukodermische keine albinotischen, während beide Zustände an und für sich erblich sind. Der intermediäre Albinismus stellt sich auch nicht als scheckiger dar, sondern als ein geringfügiger Grad des Albinismus, der in gleichmässiger Weise geringer ausgesprochen ist an Haaren, Haut und Augen als der vollständige Albinismus, während die scheckige Weissfärbung, die man beim Menschen als Leukodermie bezeichnet hat, immer dort, wo sie vorhanden ist, vollständig ausgesprochen ist und sich nur quantitativ einmal als grössere, das anderemal als kleinere, einmal als zahlreiche, das anderemal als wenige weisse, pigmentlose Flecke darstellt.

Die Versuche von Castle und Allen[2]) über die Mendelsche Vererbung des Albinismus bei Tieren stimmt denn auch ganz und gar nicht mit den Erfahrungen beim Menschen, denn dieser folgt nicht dem Mendelschen Gezetz und ergibt auch keine Mosaikhybriden, sondern nur intermediäre. Auch erweist sich der menschliche Albinismus in keiner Weise rezessiv.

1) Archiv f. Rassenbiologie. 1906.
2) Ref. Archiv f. Rassenbiologie. 1905.

Digitized by Google

Ich glaube, dass viele der Missbildungen bisher eine nicht ganz richtige Beurteilung gefunden haben und zwar deswegen, weil die Missbildungen entweder von Pathologen untersucht wurden, die eine zu grosse Neigung haben, in jeder Erscheinung eine durch besondere individuelle Einwirkung zustande gekommene Krankheit zu sehen, oder auf der anderen Seite von Zoologen, denen Betrachtungen über pathologische Zustände fern liegen. Es würde in der Tat wichtig erscheinen, die Missbildungen in bezug auf ihre Beziehung zur echten Mutation noch einmal zu revidieren, und es kann das natürlich sich nur auf solche Missbildungen beziehen, die erfahrungsgemäss erblich auftreten. Naturgemäss können auch nicht die erblichen Missbildungen generell betrachtet werden, sondern es muss jeder Typus für sich ins Auge gefasst werden, und da wird man finden, dass oft auf den ersten Blick ganz gleichartige Missbildungen bei genauerer Betrachtung sehr verschiedene Bedeutung haben. Es geht in der Tat nicht an, Erscheinungen, die eine gewisse äussere Aehnlichkeit haben, auch in bezug auf ihr Wesen miteinander zu verknüpfen. So würde es z. B. ganz verkehrt sein, wenn man das unpaare Auge der Kopepoden mit der als Cyklopie bezeichneten Missbildung des Menschen zusammenbrächte, und das unpaare Auge der Kopepoden durch eine erblich übertragene Missbildung erklären wollte, wie es tatsächlich geschehen ist. Das Auge der Kopepoden ist zweifellos nicht eine durch Mutation, sondern durch allmähliche Vereinigung der Augenflecke entstandene Eigentümlichkeit. Ich möchte das an einigen anderen Missbildungen noch weiter ausführen und erwähne in dieser Beziehung als ganz besonders charakteristisch den Hermaphroditismus. Bekanntlich ist beim Menschen der Hermaphroditismus verus eine überaus seltene Erscheinung, ja man hat lange Zeit gezweifelt, ob ein solcher tatsächlich vorkommt, doch sind einige Fälle gut untersucht und als sicher zu betrachten, so besonders derjenige, den Garrè vor einigen Jahren beschrieben hat. Bei Tieren, z. B. bei Schweinen, Hirschen und Rehen kommt echter Hermaphroditismus häufiger vor und stellt sich hier unter allen Umständen als eine echte Missbildung dar. Nun ist aber darauf hingewiesen worden, dass der physiologische Hermaphroditismus, der bei vielen Tieren die Regel ist und geradezu als Artcharakter

Digitized by Google

auftritt, ebenfalls eine erblich gewordene Missbildung sein könnte. Offenbar handelt es sich hier um zwei ganz verschiedene Dinge, schon deswegen, weil der Hermaphroditismus verus der Säugetiere stets mit einer rudimentären Entwicklung der Geschlechtsorgane verknüpft ist und niemals zu einer Selbstbefruchtung führen kann, sogar die Kohabitation mit anders geschlechtlichen Individuen gewöhnlich ausschliesst. Er ist auch beinahe ohne Ausnahme verknüpft mit Missbildung der äusseren Geschlechtsorgane. Der physiologische Hermaphroditismus dagegen ist eine, in irgend einer Weise, ich will jetzt nicht entscheiden, ob durch allmähliche Umwandlung oder durch Mutation, ob primär oder sekundär entstandene Eigenschaft mit voller biologischer Wertigkeit, denn er bildet für die betreffenden Arten den Weg der Fortpflanzung und trägt also zur Erhaltung der Art bei. Das Gleiche gilt auch von einer anderen Art von Missbildung, nämlich von der Reduktion der Zähne. Diese kann als echte Missbildung auftreten, und wir wissen, dass sie stets auftritt in Kombination mit einer eigentümlichen Veränderung des äusseren Integuments, nämlich mit einer übermässigen Entwicklung der Lanugohaare, wie sie sich bei den sogen. Haarmenschen findet. Diese Missbildung ist in ganz ausgezeichneter Weise erblich, und es haben sich ganze Familien entwickelt, die mit einem solchen übermässigen Haarkleid behaftet sind. Man darf in keiner Weise diese Missbildung mit dem zuweilen bei Frauen auftretenden Bartwuchs verwechseln. Erstens einmal ist in diesen Fällen der Bart auf bestimmte Teile des Gesichtes beschränkt und nicht wie bei der Behaarung der Haarmenschen auf das gesamte Gesicht und den gesamten Körper ausgedehnt. Ferner sind es echte, mit den männlichen Barthaaren übereinstimmende Haare, und nicht stärker entwickelte Lanugohaare, und wir können in der Tat mit Friedenthal diesen abnormen Bartwuchs als einen lokalen Hermaphroditismus auffassen, wobei aber die Geschlechtsorgane vollkommen normal entwickelt sein können, denn es hat sich gezeigt, dass solche Frauen normale Kinder produzieren, ohne dass dabei irgend eine Abnormität der Entwicklung oder des Geburtsaktes zutage träte. Solche Leute haben denn auch keine Zahndefekte. Die Zahndefekte der Haarmenschen bestehen darin, dass nur wenige, oft nur 4 oder

Digitized by Google

8 Zähne gebildet werden und dass dieselben mit mangelhaften Wurzeln in ganz seichten Alveolen stecken, so dass dieselben frühzeitig verloren gehen. Nun ist es ja bekannt und vielfach, besonders auch durch Wiedersheim, betont worden, dass sich der Mensch im Zustande einer Zahnreduktion befindet und dass zu erwarten ist, dass in irgend einer Zeit die Menschen nicht mehr 32, sondern nur 28 Zähne haben würden. Man könnte nun mit derselben Berechtigung, wie es beim Hermaphroditismus oder bei den unpaaren Augen der Kopepoden geschehen ist, entweder die phylogenetische Reduktion der Zähne schon als eine Missbildung auffassen, oder die Missbildung der Haarmenschen als eine besonders weit fortgeschrittene Reduktion. Beides würde unrichtig sei, denn in ihrer ganzen Genese haben ganz offenbar diese Dinge garnichts miteinander zu tun. Die mangelhafte Zahnentwicklung bei den Haarmenschen ist eine pathologische Hemmungsbildung, die Reduktion der Zähne eine im Laufe der Entwicklung auftretende phylogenetische Erscheinung.

Nach genauerer Analysierung des Materials ist tatsächlich nur sehr wenig von den früheren Behauptungen übrig geblieben, dass Missbildungen zur Norm werden könnten, wie es sich auch herausgestellt hat, dass die Mehrzahl der angeblich vererbbaren Krankheiten nicht als solche aufzufassen sind, worauf ich später noch ausführlich zurückkomme. So ist z. B. die Teckelrasse der Hunde nicht durch erbliche Rachitis entstanden, wie Nehring annahm, und die Haubenhühner nicht durch erbliche Uebertragung einer Encephalocele, wie Virchow glaubte. Boas und Janicki behaupteten, dass ein beim Känguruh vorkommender Parasit, die Triplotaenia mirabilis eine Doppelmissbildung sei. Auch die Polypharyngie der Tubularien wurde von manchen Autoren als fixierte Anomalie dargestellt. Von anderen aber, z. B. von Mrazek, wird diese Deutung angezweifelt, wie ich glaube mit vollem Recht.

Ich muss hier noch einmal auf den Melanismus zurückkommen, der, ebenso wie die Leukodermie eine, wie es scheint, über alle Tierklassen verbreitete Eigentümlichkeit ist. Ich benutze hier den Ausdruck Leukodermie, wie vorher auseinandergesetzt, für diejenigen Arten, die dauernd oder zur Winterzeit eine weisse Färbung besitzen, und ich setze diesen Ausdruck in Gegensatz zum Albinismus,

Digitized by Google

der eine ausgesprochene Missbildung darstellt. Wie nun der Melanismus zustande gekommen ist, ist im einzelnen Falle nicht aufgeklärt. Er kann durch äussere Umstände entstanden sein, und zwar ganz allmählich durch Auswahl der am dunkelsten gefärbten Individuen oder auch durch Mutation plötzlich und kann so zum Artcharakter werden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in der Natur beide Arten des Melanismus vorkommen, sowohl der allmählich sich entwickelnde als auch der plötzliche. Das allmähliche Entstehen ist z. B. beobachtet worden in den Versuchen von Standfuss an Schmetterlingen, und das Gleiche konnte am Koloradokäfer durch Einwirkung von Temperatur- und Feuchtigkeitskombinationen experimentell klar gelegt werden.[1]) Hier trifft das Experiment ganz offenbar zufällig Tiere, die bereits in einer physiologischen Umwandlung begriffen sind und bei denen die Eigenschaft der Farbe ins Schwanken geraten ist. Da ich auf diese wichtigen Versuche bei anderer Gelegenheit ausführlich zurückkomme, so genügt es, sie hier kurz zu erwähnen. Der Melanismus kann füglich nicht als Missbildung betrachtet werden, da er ganz offenbar für die Tiere eine nützliche Eigenschaft ist. Dunkle Tiere in dunkler Umgebung entziehen sich der Beobachtung und dadurch der Verfolgung leichter als helle Tiere im Kontrast zu ihrer Umgebung. Der Melanismus verhält sich also in dieser Beziehung gerade so wie die an die weisse Umgebung angepassten Eisbären, Eisfüchse, Schneehasen usw. Es ist also die Möglichkeit gegeben, dass melanotische Arten durch Selektion zustande kommen, nachdem die Variation in der einen und in der anderen Art auftrat. Der Melanismus steht also nicht im Gegensatz zum Albinismus, sondern zum Leukodermismus.

Wenn man diese Betrachtungen über die Missbildungen übersieht, so kann man unschwer erkennen, dass eine absolut scharfe Grenze zwischen Missbildung und Aenderung der Artcharaktere nicht gezogen werden kann, wie es überhaupt keine scharfe Grenze zwischen pathologischen und physiologischen Zuständen gibt. Unter allen Umständen aber würde als Kriterium zur Unterscheidung

1) Vergl. Przibram, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Tiere. Leipzig 1904.

Digitized by Google

massgebend sein, ob die entstandene Form für die Erhaltung der Art günstig oder ungünstig ist. Ergibt sich aus der Betrachtung, dass sie günstig ist, so sollte man sich hüten, sie als Missbildung aufzufassen, und sollte sich nur dann dazu entschliessen, wenn jede andere Deutung des Zustandes ausgeschlossen werden kann.

„Die Variabilität", sagt Plate[1]), „ist gleichsam das Gegenstück zur Vererbung, und während diese konservativ den Bestand an Eigenschaften behält, wirkt jene fortschrittlich und erzeugt neue Qualitäten. Das mögen Verbesserungen und Verschlechterungen sein." „Aber jedenfalls ist die Variabilität die einzige Quelle, aus welcher der Züchter Fortschritte schöpfen kann. Alle Eigenschaften einer Tier- und Pflanzenart können variabel sein, nicht nur die morphologischen, sondern auch die physiologischen.[2]) Es wird nun für die weitere Betrachtung notwendig sein, einmal festzustellen, wie sich die Autoren die Entstehung der Variabilität gedacht haben und welche Bedingungen sie anführen, unter denen die Variabilität sich entwickelt. Man hat von jeher als Grundlage die Konstanz angenommen und zwar hauptsächlich deswegen, weil es nützlich erschien, die Erscheinungen der Erblichkeit aus einer Konstanz der lebenden Materie zu erklären. Natürlich war man gezwungen, besondere Ursachen für die Veränderlichkeit in den einzelnen Fällen anzugeben. Es musste dann aber vorausgesetzt werden, dass die lebende Materie zwar konstant ist, aber doch die Fähigkeit der Variabilität besitzt, denn sonst würde ja jede Einwirkung, welcher Natur sie auch sei, an der Konstanz der Materie resultatlos abgeprallt sein. Auch Darwin setzte eine Variabilität der Individuen voraus, aber nur deswegen, weil er für dieselbe allgemein gültige Ursachen nicht anzugeben wusste und sich nur für eine Reihe von Fällen bemühte, bestimmte Ursachen für dieselbe nachzuweisen. Die Grundlage war also die Konstanz:

---

1) Arch. f. Rassenbiologie. 1906. S. 791.

2) Ich möchte davor warnen, die morphologischen und die physiologischen Eigenschaften in dieser Weise zu trennen. Da die Form vielfach von der Funktion und die Funktion immer von der Form abhängig ist, so ist eine Trennung dieser beiden Eigenschaften nicht möglich. Ich möchte auch glauben, dass Plate das garnicht in dieser Weise gemeint hat, es könnte aber bei anderen den Eindruck hervorrufen.

Digitized by Google

die Veränderlichkeit liess er durch bestimmte Einwirkungen entstehen. Er sagt jedoch ausdrücklich[1]): „So sind jedem Naturforscher auch zahllose Beispiele von sich echt erhaltenden Arten ohne alle Varietäten bekannt, obwohl dieselben in den entgegengesetzten Klimaten leben. Derartige Betrachtungen veranlassen mich, nur ein sehr geringes Gewicht auf den direkten Einfluss der Lebensbedingungen zu legen.“ Später sagt er in einem Brief an Moritz Wagner, der 1880 geschrieben und im Kosmos, Bd. IV. S. 10 abgedruckt ist: „Meiner Ansicht nach war es mein grösster Fehler, dass ich der direkten Einwirkung der Umgebung, Nahrung, Klima usw. unabhängig von der natürlichen Zuchtwahl eine zu geringe Bedeutung zugeschrieben habe.“ Die Bestrebungen aller Autoren, Ursachen für die Variabilität aufzufinden und Theorien aufzustellen, welche bei der Konstanz der Vererbung die Umwandlung der Rassen und Arten erklären könnten, bezeugen überall, dass die Konstanz der lebenden Materie als das Grundprinzip, die Variation als die Folge dieser äusseren Umstände aufgefasst wurden.

Es erscheint mir nun von Bedeutung und von Interesse, eine kurze Uebersicht zu geben, wie sich eine Reihe von Autoren die Entstehung der Variationen gedacht hat und welche Ursachen sie dafür ganz besonders verantwortlich machen zu müssen glaubt. Viele Autoren begnügen sich damit, ganz allgemein zu betonen, dass der Wechsel der äusseren Verhältnisse die Variationen hervorbrächte, ohne dass sie diese äusseren Verhältnisse genauer spezialisieren. Dahin hat sich schon Lamarck in seiner „Zoologischen Philosophie“ geäussert, indem er[2]) sagt: „An jedem Orte, wo Tiere wohnen können, bleiben die Verhältnisse, welche hier eine Ordnung der Dinge bedingen, sehr lange dieselben und verändern sich wirklich nur so langsam, dass der Mensch diese Veränderung direkt nicht beobachten kann. Die Tierrassen, welche an diesen Orten leben, müssen also ebenso lange ihre Gewohnheiten beibehalten, daher die scheinbare Konstanz der Rassen, die wir Arten nennen, welche in uns die Meinung hervorgerufen hat, dass diese Rassen ebenso alt wie die Natur seien“. Schon Geoffroy St. Hilaire

1) Entstehung der Arten. S. 160.
2) S. 119 der deutschen Uebersetzung vom Jahre 1903.

Digitized by Google

war der Ansicht, dass physikalische und chemische Einflüsse der Aussenwelt die wesentlichste Rolle bei der Umbildung der Organe spielen. Auch Darwin[1]) führt die Veränderung der Individuen auf die Veränderung der äusseren Umstände zurück und sagt ausdrücklich: „Wenn es möglich wäre, alle Individuen einer Spezies viele Generationen hindurch absolut gleichförmigen Lebensbedindungen auszusetzen, so würde es keine Variabilität geben". Kassowitz[2]) setzt, indem er diesen selben Satz zitiert, hinzu, „dass eine Variation aus inneren Gründen ebenso wenig denkbar sei wie etwa eine Bewegung aus inneren Gründen". Und so sieht man denn tatsächlich, dass alle modernen Autoren, die sich über diesen Gegenstand geäussert haben, den veränderten äusseren Umständen in bezug auf die Variation, aber auch in bezug auf die Variabilität die allergrösste Bedeutung beilegen. Ziegler[3]) führt besonders als einwirkende Faktoren an das Klima, die Bodenbeschaffenheit, die Vegetation etc., wie denn auch Georg Pfeffer[4]) schon 1893 und 1894 sich fast in gleicher Weise äussert, „dass die äusseren Lebensbedingungen die Arten verändern, indem sie den Durchschnitt der überlebenden Stücke verändern". Am schärfsten fasst vielleicht Klebs[5]) diese Frage, indem er sagt: „Jede Formenbildung ist das notwendige Resultat des Zusammenwirkens der Fähigkeiten der spezifischen Struktur mit den inneren Bedingungen, die selbst wieder von äusseren abhängen".

Solche mehr allgemeinen Aeusserungen über die Entstehung der Variationen und über die Entwicklung der Variabilität liessen sich noch in grosser Zahl anführen, doch hat es von jeher auch, und zwar Darwin an der Spitze, Forscher gegeben, die ganz bestimmte Einwirkungen namhaft machten, um dadurch die Entstehung von Variationen zu erklären. Besonders gilt das von dem Einfluss des Klimas, das fast von allen Autoren als bedeutendes Moment hervorgehoben wird. Interessante Beispiele finden sich in

1) Variieren der Tiere. Bd. II. S. 267.

2) Allg. Biologie. Bd. II. 1899.

3) Deszendenzlehre in der Zoologie. Jena 1902.

4) Verhandl. d. deutschen zoolog. Gesellschaft und Verhandl. d. naturwissensch. Vereins, Hamburg.

5) Willkürliche Entwicklungsänderungen. Jena 1903. S. 63.

Digitized by Google

grosser Zahl in der Literatur. Es hat sich bei dieser Gelegenheit überall herausgestellt, dass es ziemlich schwierig ist, festzustellen, welche äusseren Umstände zu den klimatischen zu rechnen sind. Zweifellos bedeutet das Klima nicht etwas Einheitliches, sondern es ist ein Gemisch von Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt der Luft, durchschnittlichem Luftdruck, Kohlensäure- resp. Sauerstoffgehalt und Beimengungen von fremden Substanzen, wovon in erster Linie die feinen Staubkörner zu nennen sind, deren Schweben in der Luft bekanntlich die Nebel erzeugt, wie seiner Zeit von Helmholtz jun. nachwies. Will man die Frage der Einwirkung des Klimas experimentell behandeln, so darf man nicht willkürlich das eine oder andere dieser Momente herausgreifen. Wenn man Versuche macht über die Einwirkung der Temperatur, so darf man die Resultate nicht ohne weiteres auf die weit komplizierteren natürlichen Verhältnisse übertragen. So interessant die vielen Erwärmungs- und Abkühlungsversuche auch sind, die besonders an Schmetterlingen, aber auch an Pflanzen ausgeführt sind, und so wichtig die Aufklärungen auch sind, die wir dadurch erlangt haben, so ist doch bei der Uebertragung der gemachten Beobachtungen auf ähnliche Erscheinungen in freier Natur grosse Vorsicht geboten. Gewiss ist es erwähnenswert, dass durch die Abkühlung der Puppen von Vanessa urticae die Variation Polaris entstand, und durch Erwärmen der Puppen die Variation Ichnusa, die in Korsika und Sardinien lebt. Aber eine Nachzucht dieser Abweichungen führte nur in wenigen Fällen, die sämtlich Männchen waren, zu abgeänderten Exemplaren. Es ist ganz unzweifelhaft, dass, wenn die Wärme resp. die Kälte auf solche Individuen nicht in jeder Generation aufs neue einwirkt, nicht eine erblich konstante Rasse durch die Beeinflussung der Erwärmung und Abkühlung entstanden ist. Es ist bekannt, dass im 16. Jahrhundert in Porto Santo bei Madeira zahme Kaninchen eingeführt wurden. Dieselben verwilderten dort in kurzer Zeit und produzierten eine Rasse, die von wilden Kaninchen ganz verschieden ist, also nicht einfach zurückgeschlagen ist, und ebenso ist es mit den in Amerika seinerzeit verwilderten Pferden gegangen. Es sind also hier tatsächlich neue Rassen entstanden; welche Umstände dabei aber alle mitgespielt haben, ist ausserordentlich schwierig zu durchschauen,

Digitized by Google

und ganz bestimmt ist es nicht allein der Einfluss des Klimas gewesen. Darwin[1]) teilt eine überaus interessante und gerade für denjenigen, der sich mit menschlicher Pathologie beschäftigt, wichtige Tatsache mit. „Die Quechua-Indianer bewohnen die Hochplateaus von Peru, und d'Orbigny führt an, dass sie infolge des Umstandes, dass sie beständig eine sehr verdünnte Luft atmen, Brustkasten und Lungen von ausserordentlichem Durchmesser erlangt haben. Auch sind die Lungenzellen grösser und zahlreicher als bei Europäern". „Diese Beobachtung ist in Zweifel gezogen, aber von D. Fores und Aymaras im wesentlichen bestätigt worden. Aus ihrer Höhe in die Ebene gebracht, boten sie eine schreckenerregende Sterblichkeitsziffer dar". Es wäre gewiss interessant, wenn diese Tatsache einmal mit neueren Untersuchungsmethoden auf ihre Zuverlässigkeit geprüft werden könnte. Aber es ist eigentlich gar kein Zweifel daran, dass sie vollkommen zutreffend sein kann, denn es gibt eine grosse Menge von Tatsachen, die uns zeigen, dass im Prinzip analoge Beobachtungen sehr häufig anzustellen sind. Wir sehen nämlich, dass eine Veränderung des Klimas oft um nur ganz wenige Differenzen ausreicht, um Krankheiten zu erzeugen bei Menschen, die an dieses veränderte Leben nicht gewöhnt sind, d. h. mit anderen Worten, in verschiedenen Gegenden haben die Menschen Eigentümlichkeiten angenommen, die sich an dieses spezielle Klima angepasst haben und sie weniger geeignet machen, in einem anderen Klima zu leben, für das sie nicht angepasst sind. Es ist ja im allgemeinen nicht auffällig, wenn Völkerstämme der Tropen in unser gemässigtes, oft wechselndes europäisches Klima gelangen, dass sie hier vielen Krankheiten, besonders solchen der Atmungswege erliegen. Und ebenso ist es im allgemeinen nicht auffällig, dass Europäer in vielen tropischen Klimaten auf die Dauer nicht zu existieren vermögen. Vor allen Dingen sind es die Kinder, die eine sehr geringe Widerstandsfähigkeit gegenüber einem solchen veränderten Klima aufweisen. Die europäischen Kinder, die in Indien geboren werden, sterben fast alle, falls sie dort verbleiben. Aber es sind garnicht diese grossen Differenzen des Klimas nötig wie zwischen den Tropen

1) Abstammung des Menschen, Bd. I. S. 102.

Digitized by Google

und Nordeuropa, sondern ganz geringfügige Veränderungen genügen schon, um das Gleiche herbeizuführen. So herrscht z. B. sowohl an der Nordküste wie an der Südküste von Borneo die Beri-beri. Die Eingeborenen, die unter ihren gewohnten Verhältnissen dort leben, erkranken nur selten daran, wohl aber erkranken sie daran, wenn ein solcher von der Nord- nach der Südküste, oder umgekehrt von der Süd- nach der Nordküste verpflanzt wird. Dass das Klima dabei eine Rolle spielt, ist wohl unzweifelhaft, aber dass es allein die Temperatur sei, die das verursacht, ist bei der geringen Differenz wenig wahrscheinlich. In vielen Teilen Japans herrscht bekanntlich eine ganz ähnliche Temperatur wie bei uns in Deutschland, und trotzdem sieht man, dass verhältnismässig viele Japaner, die längere Zeit in Deutschland leben, hier an schweren Krankheiten der Atmungsorgane leiden. Hier ist es also wiederum nicht allein die Temperatur, die das bewirken kann, sondern sicher auch alle übrigen Faktoren des Klimas zusammengenommen, und wahrscheinlich spielen auch noch andere Faktoren mit, die Veränderung der Nahrung und der gesamten Lebensweise. Es ist bekannt, dass, wenn Schafe von England nach Indien gebracht werden, dieselben dort nicht existieren können und schon nach wenigen Generationen aussterben, wodurch bewiesen ist, dass sich diese Tiere in dieser Beziehung geradeso verhalten wie die Menschen. Es ist nun behauptet worden, dass, wenn die Schafe zunächst in ein Mittelklima gebracht würden, z. B. nach Kapland, dort mehrere Generationen hindurch verbleiben und dann nach Indien gebracht werden, sie dann das indische Klima anstandslos vertragen und sich in ungeschwächter Kraft fortpflanzen. Diese Angabe ist sehr wahrscheinlich zuverlässig und stimmt mit allen Erfahrungen der sog. Akklimatisation vollständig überein. Wie es ja auch möglich ist, viele im Wasser lebende Tiere durch allmähliche Konzentration des Wassers an ein Leben im Salzwasser zu gewöhnen, während eine plötzliche Uebertragung aus der einen Konzentration in eine höhere den schnellen Tod der Tiere zur Folge hat.

Ueber Akklimatisation sind so viele wissenschaftliche und praktische Versuche angestellt worden, dass ein grosses Beobachtungsmaterial vorliegt. Es ist z. B. auch bekannt, dass sich

Digitized by Google

Bakterien, wenn sie ganz allmählich umgezüchtet werden, bis zu einem gewissen Grade selbst an sehr starke Gifte gewöhnen. Ich habe Versuche gemacht mit dem Bacterium coli und dasselbe in Lösungen kultiviert, denen Sublimat in ganz geringen Mengen zugesetzt war. Ich fing mit einer Lösung von 1 : 100000 an und steigerte ganz allmählich, indem ich gleichzeitig immer wieder die fortgeführten Stammkulturen direkt auf die entsprechenden Sublimatnährböden übertrug. Dabei konnte eine Grenze erreicht werden, an der bei direkter Uebertragung das Wachstum der Kulturen aufhörte, während bei allmählicher Gewöhnung das Wachstum noch fortbestand. Bei noch weiter zunehmender Konzentration hört dann natürlich das Wachstum überhaupt auf. Die Beispiele, dass sich Tiere und Pflanzen durch allmähliche Gewöhnung akklimatisieren lassen, sind so zahlreich, dass ich garnicht darauf einzugehen brauche, und es hat sich sogar manchmal gezeigt, dass die akklimatisierten Tiere und Pflanzen die einheimische Fauna und Flora zu überwuchern imstande waren. Auch vom Menschen ist es bekannt, dass er einen plötzlichen Klimawechsel schlechter verträgt als einen allmählichen, aber dass doch diese Gewöhnung schliesslich eintritt, wenn es möglich war, auf Zwischenstationen durch einige Generationen hindurch die Schroffheit der Gegensätze zu mildern.

Man hat nun gesagt, damit neue Rassen und Arten entstehen könnten, wäre ein besonders grosser Verbreitungsbezirk und eine grosse Zahl Individuen nötig. Besonders hat Darwin diesen Punkt immer wiederholt und ausführlich in seiner „Entstehung der Arten, S. 119ff." begründet. Auch von Botanikern ist dieser Umstand vielfach hervorgehoben worden, und schon Alfons de Candolle hat gezeigt, dass solche Pflanzen, die sehr weit ausgedehnte Verbreitungsbezirke besitzen, gewöhnlich auch Varietäten darbieten. Dahin haben auch alle neueren zoologischen, botanischen und paläontologischen Untersuchungen geführt, dass zahlreiche Varietäten und Abänderungen nur auf einem grossen Kontinent entstehen können, und man hat geradezu darin, dass in Pikerni eine solche Fülle verschiedener Tierformen dicht gedrängt beieinander vorkommen, eine Stütze gesehen für die Anschauung, dass das dortige Land nicht ein so enges und durch vielfache Meeresbuchten zerrissenes

Digitized by Google

gewesen sein konnte, wie es das heutige Griechenland ist, sondern dass es sich um eine grosse weit ausgedehnte Fläche handeln musste. In gleicher Weise hat man in ähnlichen Beobachtungen einen Stützpunkt für die auch aus anderen Gründen vermutete Annahme gefunden, dass der südlichste Teil von Südamerika einen breiten Kontinent darstellen musste, der auf der einen Seite mit Australien, auf der anderen Seite mit Afrika in Zusammenhang stand. Wenn sich frühzeitig kleinere Kontinente abtrennten, wie z. B. Australien und Madagaskar, so beobachtete man, dass die Tierwelt auf einem primitiven Zustand stehen blieb und sich nicht weiter entwickelte. Die grosse Ausdehnung eines Territoriums musste also in der Weise nach Ansicht der Autoren wirken, dass sich die einzelnen Tierarten frei über eine grosse Strecke hin bewegen konnten, dadurch immer wieder in andere Verhältnisse kamen und infolgedessen variierten.

Ein wesentliches Moment spielte dabei auch die Zahl der Individuen, worauf ebenfalls seit Darwin alle Autoren hinwiesen, besonders neuerdings Rhumbler[1]), der die Bedeutung der Grösse eines Kontinents ganz wesentlich in der Massenentwicklung der Einzelindividuen erblickte. Durch diese Massenentwicklung war die Möglichkeit gegeben, dass möglichst viele Varietäten in die Erscheinung traten, die sich zu Rassen und Arten entwickeln konnten. Während so nun die Grösse des Verbreitungsbezirkes und die Zahl der Individuen wesentlich die Variabilität steigerte, so war zur Ausbildung der Rassen hauptsächlich die Isolierung von Bedeutung. Auch auf diese ist von Darwin schon hingewiesen worden, aber eine besondere Bedeutung hat die Frage erst gewonnen seit den Untersuchungen Wagners, der direkt annimmt, „dass es eine Spaltung einer Art in zwei Arten ohne Separation nicht geben könne.“ Wagner legte ebenso wie Gulick und Dickson vielleicht ein zu grosses Gewicht auf die geographische Isolation. Die physiologische Isolation, die Isolation durch verschiedene Entwicklungen der äusseren Geschlechtsorgane und vieles andere spielen dabei sicher eine grosse Rolle, und aus der Nichtbeachtung dieser übrigen isolierenden Umstände ist vielleicht die ursprüngliche Gegnerschaft gegen das Wagnersche Prinzip

1) Arch. f. Rassenbiologie. Bd. I.

Digitized by Google

zu erklären, dem in Wirklichkeit die allergrösste Bedeutung beizumessen ist, da ohne Isolierung immer wieder eine Vermischung der Rasseneigentümlichkeiten notwendig eintreten müsste.

Die meisten Widersprüche finden wir bei der Bedeutung der Ernährung für die Bildung neuer Variationen. Während einige Autoren der Ansicht sind, dass diese Ernährung von allergrösster Bedeutung ist, sprechen sich andere direkt gegen einen erheblichen Einfluss der Ernährung aus. Auch hier besteht wieder ein Gegensatz zwischen den Botanikern und den Zoologen. Die letzteren sehen in dem Wechsel der Ernährung einen sehr wesentlichen Umstand für die Abänderung. So führt Bollinger[1]) an, dass viele Tiere durch verschiedene Fütterung sehr weitgehend verändert werden könnten und dass dadurch nicht bloss Differenzen in der Grösse entstehen. Simroth[2]) sagt ausdrücklich, dass man durch Nahrungswechsel die Färbung abändern kann. Er spricht aber nicht darüber, ob diese abgeänderte Färbung nun ein Dauerzustand wird oder sich nach Zurückbringung in die ursprünglichen Nahrungsverhältnisse ebenfalls wieder zurückbildet. Rolph[3]) ist dagegen der Ansicht, dass die Verschiedenheit der Nahrung von allergrösster Bedeutung sei, und er gründet darauf geradezu eine besondere Theorie, indem er den Begriff der Ernährung weiter ausdehnt und sogar bis auf die Kopulation der Geschlechtszellen erstreckt. Er sagt: „Es ist ein in gewisser Weise durch den Darwinismus gestützter Irrtum, dass die Versetzung in schlechtere Verhältnisse, gewissermassen in eine Zwangslage, zu irgend welcher dauernden Verbesserung führen könne. Nur in Prosperitätsverhältnissen können die Ueberlebenden sich stark vermehren und vor allen Dingen sich in Varietäten und Arten auflösen. Beschränkung des Nahrungsgebietes durch Mitbewerbung leitet die Fixierung und eventuell das Seltenerwerden und den Untergang ein. Der Daseinskampf ist in Wirklichkeit ein Streben nach vermehrter Einnahme, nach Lebensmehrung und unabhängig von dem jeweiligen Nahrungsangebot; er findet jederzeit, also auch in Ueberflusslage statt."

1) Ueber Zwerg- und Riesenwuchs. Berlin 1884.
2) Entstehung der Landtiere.
3) Biologische Probleme. II. Aufl. 1884.

Digitized by Google

Die Botaniker sind nun im allgemeinen der Ansicht, dass zwar vermehrte Ernährung eine grosse Rolle spielen kann bei der Veränderung vieler Pflanzen, aber dass diese Veränderung nicht eine dauernd vererbbare ist, sondern dass sie bald in die ursprüngliche Form zurückschlägt, sowie die Pflanzen wieder zu der früheren Ernährungsart zurückgebracht werden. Nägeli[1]) war vielleicht der erste, der das mit aller Präzision infolge seiner Beobachtungen an den Hieracien betonte und der ausdrücklich S. 245 anführt: „Die Akkommodation an die äusseren Umstände dauert nur so lange, als diese vorhanden sind.“ Vielleicht waren aber gerade die Hieracien, an denen Nägeli hauptsächlich und die ihm am meisten imponierenden Erfahrungen sammelte, ein nicht geeignetes Material zur Klärung dieser Frage. Denn es hat sich ganz offenbar gezeigt, dass es andere Pflanzen gibt, die mit veränderter Nahrung variieren, und diese Variation noch eine Weile beibehalten können, was man als Nachwirkung bezeichnet hat. So gelang es Sadebeck, die Serpentinform von Asplenium viride und Adiantum nigrum in typische Formen überzuführen, aber erst in der sechsten Generation. Bekannt sind die Versuche mit der Reifung der Getreide in verschiedenen Klimaten, wobei die Ernährung sicher z. T. auch eine Rolle spielt, bei denen ebenfalls bei Zurückversetzung in das ursprüngliche Klima die Zeit der Reife erst allmählich zu der ursprünglichen zurückkehrt. Es liessen sich vielleicht noch andere Pflanzen finden, bei denen eine solche Nachwirkung sich als länger herausstellt und schliesslich dauerhaft wird, bei denen diese Eigenschaften, wie Weismann sie nannte, nicht „passante Abänderungen“ sind, sondern dauernde werden, und dann würde der Satz Hugo de Vries'[2]) eine Berechtigung haben, dass die Düngung, d. h. die Ernährung bei der Variation der Pflanzen eine grössere Rolle als die Selektion spielt. Auch aus dem Tierreich lassen sich zahlreiche Analoga nachweisen von passanten Abänderungen und auch mit deutlichen Persistenzerscheinungen. Ueber die Bedeutung der Nachwirkung wird auch in dem Kapitel über die Vererbung erworbener Eigenschaften die Rede sein.

1) Theorie der Abstammungslehre. München 1884.
2) Mutation. I. Bd. S. 394.

Digitized by Google

Dem Einfluss des Hybridismus auf die Entstehung von Variationen ist besonders von Botanikern ein grosser Wert beigemessen worden. Noch neuerdings hat Tschermak[1]) ausführlich die Gründe für diese Anschauung auseinandergesetzt. Die Erfahrungen über Hybridismus sind ja tatsächlich fast ausschliesslich an Pflanzen gewonnen worden. An Hybriden bei Tieren hat man erst in den letzten Jahren angefangen zu experimentieren, und das bisher vorliegende Material ist ein noch recht geringes. Die Versuche erstreckten sich auch ganz besonders wie diejenigen von Haacke in gleicher Richtung wie die Mendelschen Kreuzungsversuche auf Pflanzen, und es hat sich bei Tieren eigentlich nicht herausgestellt, dass die Hybriden eine besonders grosse Variationsfähigkeit besitzen. Nun ist bei Pflanzen wohl kaum zu verkennen, dass durch Hybridisation Variationen und sogar sprungweise Veränderungen auftreten können. Aber dieselben müssen doch immer aus einer Kombination der bereits vorhandenen Eigentümlichkeiten der älteren Individuen sich erklären lassen. Ich bin in der Tat der Ansicht, so weit ich das als Nichtbotaniker übersehen kann, dass man dahin gelangen wird, die Hybridisation als Faktor für die Variation ganz aufzugeben, denn selbst wenn man zugeben wollte, dass neue Variationen durch die Kreuzung entstehen, so wird es doch immer noch zweifelhaft sein, ob in der freien Natur solche Kreuzungen wirklich zustande gekommen sind und zur Entstehung neuer fester Arten Veranlassung gegeben haben. Ich meine natürlich nur neue Variationen im wissenschaftlichen Sinne. Dass solche entstehen, die dem praktisch merkantilen Bedürfnis genügen, ist ja zweifellos. Die Idee der Variationssteigerung durch Hybridisation schliesst sich derjenigen durch Amphimixis in der Tat nicht unwesentlich an, und es ist wunderbar, dass trotzdem manche Anhänger der Bedeutung des Hybridismus für die Variation Gegner der Amphimixis sind.

Kaum irgend eine Theorie hat eine so umfangreiche Literatur hervorgerufen wie die Weismannsche Theorie der Amphimixis. Dabei ist zunächst zu bemerken, was ich nirgends hervorgehoben finde, dass die meisten Autoren Amphimixis und Panmixie als

1) Biolog. Zentralblatt. 1906.

Digitized by Google

Synonyma gebrauchen, während die beiden Ausdrücke in Wirklichkeit doch ganz unzweifelhaft Verschiedenes bedeuten. Amphimixis bedeutet nämlich die Vermischung zweier elterlicher Keime zu neuen Individuen, Panmixie bedeutet die Vermischung der Keime aller vorangegangenen Individuen zu einem einzigen. Die Amphimixis führt also von zwei Individuen ausgehend zu einer grossen Zahl neuer, stellt also die gesamte Deszendenz eines Elternpaares dar. Die Panmixie umfasst dagegen alle Vorfahren eines Individuums, das in sich die erblichen Eigenschaften aller dieser Vorfahren vereinigt. Die Amphimixis richtet sich also auf die Deszendenz im genealogischen Sinne, die Panmixie auf die Aszendenz.

Die Weismannsche Anschauung geht nun dahin, dass die Variabilität der Individuen zurückzuführen sei auf die Vererbung verschiedener Eigenschaften der Voreltern in verschiedenster Kombination, und es ist ja ganz klar, wenn die Voraussetzung, die Weismann macht und die von vielen Biologen übernommen ist, nämlich dass die Reduktionsteilung, die zur Reifung der Geschlechtszellen führt, die Bedeutung hat, jedesmal die Hälfte der elterlichen Chromosomen zu entfernen; und wenn es weiter richtig ist, dass durch diese Entfernung jedesmal verschiedene Eigenschaften der Eltern aus den Keimen eliminiert werden, dass dann jedesmal andere Kombinationen der in allen Aszendenten enthaltenen vererbbaren Eigenschaften in den Deszendenten auftreten müssen und dadurch die allerverschiedensten Formen herbeigeführt werden müssen. Gegen diese Anschauung Weismanns ist von den verschiedensten Seiten opponiert worden, und man hat gesagt, dass die Amphimixis nicht imstande wäre, eine solche Variabilität bei den Individuen zu erzeugen. Schon vor Weismann hatte man sich über die Bedeutung der geschlechtlichen Vermischung der Zellen Klarheit zu verschaffen gesucht, und man war dabei im allgemeinen zu der Ansicht gekommen, dass die wesentlichste Bedeutung darin bestehe, dass durch Vereinigung zweier Geschlechtszellen jedesmal wieder eine Vermischung der erblichen Eigentümlichkeiten stattfände und es dadurch verhindert würde, dass nach der einen oder anderen Seite besonders hervorstechende Variationen zur Entwicklung kämen, also gerade das Gegenteil von dem, was Weismann darin suchte. Nicht eine gesteigerte Variation, sondern

Digitized by Google

eine gesteigerte Einförmigkeit musste durch fortgesetzte geschlechtliche Vermischung zustande kommen. Es ist ganz offenbar, dass dieser Erfolg des Ausgleichs nicht der Amphimixis, sondern der Panmixie zuzuschreiben ist. Schon Leukart[1]) äusserte sich in diesem Sinne, später Nägeli[2]) und nach Weismann Herbert Spencer[3]), Hatschek[4]), O. Hertwig[5]), Strassburger[6]), Kassowitz[7]), Haacke[8]) u. a. Ich kann hier nicht auf die Begründung aller dieser Autoren, die sich zur Sache geäussert haben, näher eingehen. Ich will nur bemerken, dass diese fast alle die Amphimixis und die Panmixie identifiziert und die von Weismann für die Amphimixis aufgestellten Prinzipien zurückgewiesen haben, ausgehend von dem Begriff der Panmixie, den sie jedoch meist auch Amphimixis nennen. So erscheint es denn in der Tat auf den ersten Blick, als wenn diese Autoren, die Weismann von diesem Standpunkt aus bekämpfen, im Unrecht sein müssten. Aber in Wirklichkeit liegt die Sache praktisch ganz anders, denn wenn Amphimixis und Panmixie auch zwei verschiedene Dinge sind, so wirken sie doch auf das Einzelindividuum beide ein, und eine Amphimixis ohne Panmixie kann in der Tat nicht zustande kommen. Wenn also in dem Vorgang der zweigeschlechtlichen Zeugung wohl mit Weismann der Grund gelegt ist, dass die verschiedenen erblichen Eigenschaften sich in der mannigfaltigsten Weise kombinieren und dadurch in den verschiedenartigsten Formen zum Ausdruck kommen können, so wird doch diese Möglichkeit kompensiert dadurch, dass mit verschwindend seltenen Ausnahmen besonders prononzierte Eigenschaften in früherer oder späterer Zeit durch die Zahl der sich vermischenden Individuen bis zum Verschwinden in den Hintergrund gedrängt werden müssen. So würde

1) Artikel „Zeugung“ in Wagners Handwörterbuch d. Physiologie. 1853.

2) Sitzungsber. d. kgl. bayer. Akadem. d. Wissensch. München 1866.

3) Die Prinzipien der Biologie. Bd. I.

4) Prager med. Wochenschr. 1887 u. Hypothese der organischen Vererbung. Leipzig 1903.

5) Zelle und Gewebe. Jena 1893.

6) Botanische Zeitschr. 1900 u. Die stofflichen Grundlagen der Vererbung im organischen Reich. Jena 1905.

7) Allgemeine Biologie. Bd. II.

8) Biolog. Zentralbl. Bd. XV.

Digitized by Google

denn, selbst wenn alle die verschiedenen Gründe, die von den Gegnern Weismanns für die Bedeutung der Amphimixis ins Feld geführt worden sind, unrichtig wären, doch die Weismannsche Vorstellung nicht zutreffen können. Und so sagt denn auch Schallmayer[1]), der sich im wesentlichen der Weismannschen Theorie der Amphimixis anschliesst, „dass diese doch selbst nicht der Urquell der individuellen und der Artunterschiede sein könne, denn durch Amphimixis können nur schon vorhandene Variationen immer neu kombiniert werden. Die erste Quelle der erblichen Variationen muss in direkten äusseren Einflüssen auf das Keimplasma und auf einzelne seiner Bestandteile gesucht werden".

Weismann hat wahrscheinlich auch daran gedacht, dass die Inzucht zunehmende Einförmigkeit erzeugt und dass das Gegenteil, d. h. die Vermischung möglichst verschiedenartiger Individuen eine möglichste Variation erzeugen müsse. Das würde ja vom theoretischen Standpunkt aus nicht unrichtig sein.

Man hatte Weismann in dem Kampfe über die Bedeutung der Amphimixis vorgeworfen, dass, wenn seine Anschauung richtig wäre, die durch parthenogenetische Fortpflanzung entstandenen Tiere nicht variieren dürfen, was tatsächlich doch der Fall ist, wie z. B. Eismann an Cypris und Warren an Daphniden und Aphiden nachwiesen. Weismann hatte nun, um diesen Einspruch zu entkräften, das Prinzip der Germinalselektion eingeführt. Auf dieses nicht minder bekämpfte Prinzip, das, wie ich glauben möchte, von Weismann nicht bewiesen ist und meiner Ansicht nach auch trotz allen Diskutierens darüber weder bewiesen, noch widerlegt werden kann, will ich hier nicht näher eingehen, da die Entscheidung über dasselbe für die weitere Besprechung von keinerlei Bedeutung ist.

Mit dieser Frage der Amphimixis hängt nun auch, obwohl das nirgends direkt ausgesprochen ist, diejenige des Atavismus zusammen. Ich möchte glauben, dass wohl mit keinem Ausdruck für die Erklärung der Tatsachen so viel Missbrauch getrieben worden ist, wie mit dem Worte Atavismus. Es gibt kaum irgend eine vererbbare Missbildung, die nicht auf atavistische Zustände

1) Vererbung und Auslese im Lebenslauf der Völker. Jena 1903.

Digitized by Google

zurückgeführt wurde. Ich erinnere daran, wie seinerzeit Carl Vogt die Mikrocephalen als einen Rückschlag auf pithekoide Formen deutete, und dass es der energischen Opposition Virchows bedurfte, um diese Idee zu widerlegen. Sie kann in der Tat auch als endgiltig widerlegt betrachtet werden, und wir wissen heutzutage, dass die Mikrocephalie nichts anderes ist als eine in manchen Familien erblich auftretende Missbildung, die wahrscheinlich durch ganz bestimmte intrauterin einwirkende Schädigungen erworben wird, und dass sie mit irgend einer Affenähnlichkeit auch nicht das Geringste zu tun hat. Trotzdem ist immer wieder die Idee des Atavismus bei den wissenschaftlichen Forschungen zur Erklärung gewisser Abnormitäten und Variationen angeführt worden. Ich erinnere z. B. daran, wie Bardeleben die Sechsfingrigkeit auf einen atavistischen Rückschlag bezogen hat, eine Anschauung, die zweifellos falsch ist.

Freilich ist es ja merkwürdig genug, dass im übrigen ganz normale Menschen an beiden Händen und beiden Füssen je sechs Finger haben können, und zwar unter Umständen wohl ausgebildet und, soweit mir die Fälle bekannt sind, immer ganz symmetrisch, so dass der überzählige Finger an allen vier Extremiten an der Daumenseite oder an der Seite des fünften Fingers sich befindet. Unregelmässigkeiten kommen nur dann vor, wenn auch die Zahl der überzähligen Finger bei allen Extremitäten nicht eine gleiche ist, und gerade diese Fälle zeigen nun, dass es sich unmöglich um einen Atavismus handeln kann. Dabei kommt es zuweilen vor, dass an der einen Hand eine Spaltung des Daumens oder des dritten Fingers, an der anderen Hand des zweiten und vierten Fingers sich einstellt, oder dass an einer Hand eine Spaltung, an der anderen mehrere vorhanden sind. Zuweilen weist die Untersuchung des Skeletts auch noch eine, durch die Haut unsichtbare, vollständige oder partielle Spaltung irgend welcher Mittelhandknochen auf. Es kommen also ganz unregelmässige Erscheinungen dabei zutage. Wie diese Dinge sich entwickeln, ist allerdings nach unseren heutigen Kenntnissen nicht mit Sicherheit zu sagen. Dass die Begründung schon im Ei vorhanden sein muss, geht aus der Möglichkeit der Vererbung hervor, und dass es sich nicht um lokal wirkende Ursachen handeln kann, ergibt sich daraus, dass in sehr vielen Fällen

Digitized by Google

mehrere Extremitäten betroffen werden. Endlich kommen auch solche Polydaktylien vor in Verbindung mit anderen Missbildungen des Körpers, aber nicht mit konstanten Arten derselben, sondern mit den allerverschiedensten. Ich glaube, dass man den Begriff des Atavismus ganz scharf umgrenzen kann. Nur das kann als atavistische Bildung in der Gestaltung eines Tieres und speziell des Menschen zum Ausdruck kommen, was nach dem biogenetischen Grundgesetz zu irgend einer Zeit der Entwicklungsperiode bei dem betreffenden Individuum tatsächlich existiert. Dann sieht man aber, dass Atavismus identisch ist mit denjenigen Formen der Missbildungen, die man als Hemmungsmissbildung bezeichnet. Die Fistula colli congenita, der Uterus bipartitus, bicornis, didelphis, die mit Renculis versehene Niere, der trichterförmig abgehende Processus vermiformis, die senkrechte Stellung des Magens, das Fehlen eines eigenen Mesocolon transversum, das Vorhandensein von zwei Spitzen am Herzen, die Hypospadie und der Pseudohermaphroditismus, das alles und vieles andere sind atavistische Verhältnisse, die wir aber als Hemmungsmissbildungen bezeichnen. Dahin gehört auch der Metopismus (die Persistenz der Stirnnaht). Es ist eine echte Hemmungsmissbildung, die nicht durch Zunahme des Gehirns entsteht und auch nicht, wie Schimkewitsch annimmt, diese Zunahme ermöglicht. Es ist dafür auch ganz gleichgültig, ob Anutschin nachwies, dass Metopismus bei Europäern in 8 pCt., bei Australiern in 0,06 pCt., bei Melanesiern und Mongolen in 3—5 pCt., bei Malayen und Negern in 1—2 pCt. vorkomme. Die Europäer haben als meist domestizierte Rasse auch am häufigsten Hemmungsmissbildungen. Wenn Schultz nachwies, dass bei Anthropomorphen der Metopismus sehr selten ist, so hängt das mit der besonderen Schädelbildung der Affen überhaupt zusammen. Der Metopismus ist also kein progressives Merkmal, sondern ein atavistisches. Der Kryptorchismus und die mangelhafte Entwicklung der Geschlechtsdrüsen, die geschlängelten Tuben, die Engigkeit der oberen Brustapertur und vieles andere sind atavistische Veränderungen, die wir als Infantilismus bezeichnen. Infantilismus und Hemmungsmissbildung unterscheiden sich aber lediglich durch den einen Umstand, dass die Hemmungsmissbildung das Stehenbleiben auf einem intrauterinen Standpunkt, der Infantilismus

Digitized by Google

auf einem jugendlichen extrauterinen Standpunkt bedeutet. Im Prinzip sind also beide vollkommen das Gleiche, und man sieht, dass atavistische Erscheinungen immer ausgesprochene Missbildungen sind und niemals Veranlassung geben können zu der Bildung einer neuen Art, da sie im allgemeinen wenigstens als schädlich zu bezeichnen sind. Ich glaube daher die Idee, dass durch atavistischen Rückschlag neue Arten entstehen könnten, vollständig zurückweisen zu müssen. Beim Menschen sind diese Verhältnisse in der Tat ganz besonders klar und durchsichtig, und die Idee, dass durch Atavismus neue Arten sich bilden könnten, ist denn auch tatsächlich von der Betrachtung an Pflanzen und niederen Tieren ausgegangen. Sie sind von de Vries, von Reidt, Daniel Rosa und Plate kritisch ausführlich besprochen worden. Man kann auch hier wieder sehen, dass die Teratologie bei Pflanzen eine ganz andere Bedeutung hat als bei Tieren, und dass die Botaniker vielfach unter Missbildung etwas anderes verstehen, als man bei Tieren darunter begreift[1]). Schimkewitsch[2]) ist der Ansicht, dass die neotenischen Formen, z. B. der Axolotl, Tiere sind, die auf dem Wege des Atavismus zu neuen Arten werden, und wenn der Axolotl seine Fähigkeit verloren hat, sich in die Amblystoma-Form umzuwandeln, so würde das nach seiner Ansicht die Entstehung einer neuen Art auf atavistischem Wege bedeuten. Auch die Betrachtung an Hybriden hat zu ähnlichen Anschauungen geführt, denn es hat sich herausgestellt, dass, wenn auch nicht ausnahmslos, so doch mit grosser Regelmässigkeit, die Mischlinge sich phylogenetisch älteren Formen nähern. Das ist besonders an Schmetterlingen von Standfuss nachgewiesen, an verschiedenen Haustieren von Sanson, an Mäusen von Haacke und Gueyta, an Ratten und Kaninchen von Bonnet. Auch die interessanten Streifungen, die bei Kreuzung verschiedener Pferdearten in die Erscheinung treten, sind als atavistische Rückschläge bezeichnet worden. Daniel Rosa[3]) hat sich am ausführlichsten damit beschäftigt, alle Gründe gegen die Anschauung, dass der Atavismus neue Arten schaffen könne, zu-

1) Vergl. Klebs, Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903. S. 89 ff.

2) Biolog. Zentralblatt. No. 26.

3) Die progressive Reduktion der Variabilität.

Digitized by Google

sammenzutragen, und er kommt zu dem Resultat, dass Monstrositäten, Atavismus, Neotenie und Pädogenese nicht zu neuen phyletischen Reihen führen könnten. „Die neotenischen Formen", sagt er auf S. 73, „sind augenscheinlich weniger differenziert, aber sie haben auf keinen Fall die Breite der Variabilität, die phyletische Kraft wieder gewonnen, die den ursprünglich indifferenten Formen eigentümlich sind." Die zahlreich angeführten Beispiele aus der Pathologie veranlassen mich, dieser Anschauung Rosas in jeder Beziehung mich anzuschliessen. Dieser Rückschlag, der bei den Hybriden auftritt, ist meiner Ansicht nach nicht anders zu deuten als die schon von Darwin konstatierte Tatsache, dass durch die Mischung zweier ganz differenter Taubenarten die Neigung entsteht, unter den Mischlingen die Form der ursprünglichen Stammtaube hervorzubringen. Die künstlich hervorgerufene Differenzierung wird durch die Vermischung auf die ursprüngliche Form zurückgeführt, ohne dass dadurch etwas Neues entsteht.

Als ein wesentlicher Punkt der Entstehung von Variationen ist der Konkurrenzkampf betrachtet worden, und zwar ganz besonders diejenige Form, die man als Interspezialkampf bezeichnet hat, d. h. als Kampf der einzelnen Individuen innerhalb derselben Art. So lese ich bei Plate[1]), dass Jameson berichtet hatte, dass in der Bai von Dublin auf dem North Bull, einer drei englische Meilen langen und von der Nordküste nur durch einen schmalen Kanal getrennten Sandinsel, welche nachweislich höchstens 120 Jahre alt ist, sich eine sehr helle sandfarbene Varietät von Musculus entwickelt hat, die sich auch biologisch abgeändert hat, indem sie nicht die Löcher anderer Tiere benutzt, sondern ihre eigenen Gänge gräbt. Die Variation kann bei der Isolierung der Art also nur durch einen Interspezialkampf entstanden sein. Simroth[2]) sagt, „dass die Tiere des Süsswassers einen viel geringeren Konkurrenzkampf auszuhalten haben als die des Seewassers, und dass sie deshalb auch weniger variieren und eine geringere Fruchtbarkeit hätten." An der Tatsache ist wohl sicherlich nicht zu zweifeln, aber ob es des-

1) Selektionsprinzip. 1903.
2) Entstehung der Landtiere. Leipzig 1901.

Digitized by Google

wegen zulässig ist, dass man das eine aus dem anderen folgere, ist noch nicht erwiesen. Auf jeden Fall scheint mir das eine festzustehen, dass durch den Konkurrenzkampf immer die am besten angepassten Individuen übrig bleiben und dass deswegen dadurch alle Minusvarianten ausgeschaltet werden und ebenso die in einer gewissen Periode herrschenden Formen, wenn aus ihnen noch besser angepasste hervorgehen. Es ist also, und das ist ja auch schon von Darwin aufs ausführlichste erörtert worden, kein Zweifel, dass durch den Konkurrenzkampf veränderte Formen zur Auslese gelangen können, und ich glaube, diese Anschauung besteht allgemein unwidersprochen. Aber in keiner Weise ist es erkenntlich, dass durch den Konkurrenzkampf Variationen entstehen, vielmehr kann der Konkurrenzkampf nur dann, wenn Variationen entstanden sind, unter diesen die Auswahl treffen.

Es ist ganz offenbar, dass der Konkurrenzkampf der einzelnen Individuen untereinander niemals die Variabilität fördern kann dadurch, dass alle abweichenden Formen, die nicht unmittelbar als Plusvarianten auftreten, d. h. sich als besonders für die gegebenen Umstände vorteilhaft erwiesen, ausgemerzt werden. Der Konkurrenzkampf erzeugt vielmehr Monotonie. Auch Rolph leugnet die Bedeutung des Konkurrenzkampfes für die Entstehung der Variabilität, aber aus anderen Gründen. Er ist der Ansicht, dass der Konkurrenzkampf nicht die Möglichkeit einer gesteigerten Nahrungsaufnahme gebe, und diese betrachtet er als eine Hauptursache für die Entstehung von Variationen. Er stellt die Frage auf, welche Völker die fortgeschrittensten sind, und er kommt zu dem Resultat, dass das diejenigen sind, die am wenigsten mit der Ungunst der Verhältnisse zu kämpfen haben, weswegen es sich immer um Menschen gemässigter Zonen handelt. Das ist aber unrichtig und stimmt nicht mit der Bevölkerung Nordamerikas vor der Entdeckung Amerikas überein, die doch dann auch höchst kultiviert hätte sein müssen, während die kultivierten Amerikaner, die bei der Entdeckung des Erdteils gefunden wurden, in dem tropischen Mexiko und Peru wohnten.

Es ist nun eine bekannte Tatsache, dass, wenn der Selektionswert irgend eines Organs aufgehoben ist, dieses in ungeheurer

Digitized by Google

Weise anfängt, zu variieren. Darwin[1]) sagt z. B.: „Rudimentäre Organe bleiben ihrer Nutzlosigkeit wegen von der natürlichen Züchtung unbeachtet und sind wahrscheinlich deshalb veränderlich". „Rudimentäre Organe in Individuen einer nämlichen Art variieren sehr gern in ihrer Entwicklungsstufe sowohl, als in anderen Beziehungen"[2]). Dieser Gedankengang ist seitdem stets anerkannt und vielfach weiter ausgebildet worden. Für den Menschen speziell sind von Wiedersheim[3]) mit grosser Sorgfalt alle diejenigen Veränderungen gesammelt worden, die sich in einem solchen Zustande der Variation befinden. Die Tendenz zu Variationen scheint dadurch manchen Organen inhärent zu sein. Auch wenn die Variation durch äussere Umstände immer wieder unterdrückt wird, so tritt sie immer wieder aufs neue auf. Darwin meint, dass besonders solche Teile eine grosse Neigung zur Veränderlichkeit besitzen, die in irgend einer Spezies in ausserordentlicher Stärke oder Weise entwickelt sind im Vergleich mit denselben Teilen in anderen Arten. Auch ist er der Ansicht, dass ein Organ um so mehr individuellen Anomalien unterliege, je mehr es in den verschiedenen Arten derselben Gruppe verschieden ist[4]). Auch wird vielfach darauf hingewiesen, dass bei den beiden Geschlechtern die Variabilität eine verschiedene ist und dass bei manchen Arten das Männchen, bei anderen das Weibchen eine grössere Variabilität aufweise und in der Entwicklung vorangehe. Im allgemeinen wird den Männchen eine grössere Variabilität und eine fortgeschrittene Entwicklung zugesprochen. Schwalbe kommt z. B. auch zu dem Schluss, dass das Weib weniger variiert als der Mann, und er weist das durch Maße des Schädels, der Nase, der Ohren, der Hand- und Fussknochen und für gewisse Muskeln nach. Umgekehrt gibt es aber auch viele Beispiele dafür, dass Mimikry bei den Weibchen beginnt. Haacke, Eimer und Pulton erwähnen solche Beispiele. Plate[5]) führt in dieser Beziehung viele Parasiten an, z. B. die Copepoden, die Sacculinen und andere, deren

1) Entstehung der Arten. S. 195.
2) Ebenda S. 485.
3) Der Bau des Menschen. 3. Aufl. Tübingen 1902.
4) Entstehung der Arten. S. 177 u. 182.
5) Selektionsprinzip. 1903. S. 113.

Digitized by Google

Männchen primitiver gebaut sind als die Weibchen. Auch bei Insekten lässt sich Aehnliches finden. Im Zustande der Domestikation kann die Verschiedenheit zwischen den Geschlechtern erhöht werden, wie es bei den Merinoschafen der Fall ist, wo die Mutterschafe die Hörner verloren haben[1]). Alle die hier angeführten Fälle zeigen, dass es sich dabei um ganz besondere Einwirkungen handelt, die den Selektionswert eines Organs herabsetzen oder steigern. Es würden hier vorzugsweise diejenigen interessieren, bei denen der Selektionswert eines Organs aufgehoben ist.

Nun sieht man aber, dass manche solche variierenden Organe bei einer gewissen Ausdehnung ihrer Variation nach der einen oder nach der anderen Richtung hin wieder einen Selektionswert bekommen können, was auch z. B. Ziegler[2]) ausdrücklich hervorhebt, und man kann das am besten beim Menschen an zwei Beispielen feststellen, nämlich einmal am Processus vermiformis, und zweitens an der Form der oberen Rippen. Im ganzen Tierreich gibt es kein so variables Organ, wie den Processus vermiformis. Zwischen der Marsupiale Coala, deren Wurmfortsatz dreimal so lang ist als der ganze Körper des Tieres, und dem oft minimalen Processus mancher Affen und einzelner Menschen gibt es alle Uebergänge. Beim Menschen selbst aber stellt er wieder eines der variabelsten Organe dar. Er ist nicht minder variabel als die Form der äusseren Physiognomie, die Form der Nase, der Zähne, der Bartbildung usw. Wir wissen, dass der Processus vermiformis in seiner Länge schwanken kann zwischen $1^1/_2$ und 24 cm, dabei kann er ein langes oder ein kurzes Mesenteriolum haben, oder auch eines solchen fast ganz entbehren. Infolgedessen ist er mehr fixiert oder flottierend. Er kann nach oben nach der Leber zu, nach unten nach dem kleinen Becken zu, nach vorn über dem Cöcum und nach hinten hinter dem Mesenterium des Cöcums gelegen sein. Er kann ein weites Lumen haben, oder ein enges bis zur vollständigen Obliteration. Sein Eingang kann frei und trichterförmig sein, oder er kann eng sein, durch eine Schleimhautfalte, die sog. Gerlachsche Klappe verschlossen werden. Da der Processus vermi-

1) Darwin, Abstammung des Menschen. Bd. I. S. 251.

2) Der derzeitige Stand der Deszendenzlehre etc. Jena 1902. S. 16 u. 17.

Digitized by Google

formis physiologisch für den Menschen keinerlei Bedeutung hat, so sind also diese verschiedenen Formen im wesentlichen gleichgiltig für die Existenz des Menschen. Nur in einem Falle kann die Form des Processus einen Selektionswert erhalten, nämlich wenn der Eingang desselben verengert ist und dadurch schwer fremde Bestandteile, also auch Kot in denselben ein- und aus demselben herausdringen. Wird dann trotz dieser schweren Zugänglichkeit durch Meteorismus oder durch traumatische Einwirkungen, z. B. durch das Pressen bei der Defäkation, durch Massage oder Stossen beim Laufen, Springen oder direkte Berührungen Kot in den Processus vermiformis hineingedrängt, so kann derselbe nicht wieder aus demselben entweichen und gibt nun in vielen Fällen Veranlassung zu schweren und oft tödlichen Erkrankungen. Wir haben beim Processus vermiformis in dieser Beziehung ein ganz merkwürdiges Verhältnis, denn gerade die infantilistischen Formen desselben, die oben erwähnt wurden, bei denen der Processus vermiformis weit und trichterförmig ist, führen niemals zu epityphlitischen Veränderungen, es sei denn, dass es sich um spezifische Infektionen mit Tuberkulose, Typhus oder Aktinomykose handelt, während die offenbar in der phylogenetischen Reihe am weitesten fortgeschrittene Form, nämlich der enge und schwer zugängliche Wurmfortsatz diese Gefahren involviert. Wir sehen also, dass hier ein Fall vorliegt, bei dem die Selektion den Fortschritt der Entwicklung hemmt, indem die am meisten vorgeschrittenen Individuen, bei denen die Form des Wurmfortsatzes der vollkommenen Ausschaltung schon am nächsten ist, durch interkurrente Krankheiten wiederum eliminiert werden.

Eimer[1]) sagt: „So besass insbesondere auch der Hals in allen Klassen der Wirbeltiere Rippen, und der Kampf zwischen Hals- und Brustgebiet spielt sich heute noch fort, nicht sowohl bei niederen Wirbeltieren, insbesondere bei Reptilien, sondern auch bei den Vögeln und unter den Säugern beim Faultier". Man kann hinzufügen, dass dieser Kampf ganz besonders beim Menschen stattfindet. Wiedersheim hat in Uebereinstimmung mit der Mehrzahl der übrigen Autoren nachgewiesen, dass die oberste Rippe

1) Entstehung der Arten. II. Leipzig 1901. S. 12.

Digitized by Google

auf dem Wege der Reduktion befindlich ist. Die häufigen Variationen derselben deuten in der Tat darauf hin, und während an den übrigen Rippen angeborene Defekte kaum jemals vorkommen (mit Ausnahme der Brustspalte, die eine andere Bedeutung hat), so sind Defekte an der obersten Rippe überaus häufig und viel häufiger als gewöhnlich angenommen wird. Da die gewöhnliche Sektionsmethode diese Defekte der oberen Rippe nicht zur Anschauung bringt, so gehen sie meist verloren. Aber wenn man sich die Mühe gibt, den oberen Brustring im Zusammenhang mit dem Wirbel und dem Manubrium sterni zu untersuchen, findet man Defekte der obersten Rippe überaus häufig. Ich habe in kurzer Zeit eine ganze Anzahl derselben zusammengebracht. Solche Defekte würden also im Sinne Wiedersheims schon einen in der phylogenetischen Reihe weit fortgeschrittenen Zustand bedeuten. Nun findet man aber garnicht selten, dass die oberste Rippe kurz bleibt, und besonders erstreckt sich diese Kürze auf ihren knorpligen Abschnitt. Ganz offenbar handelt es sich da um einen Vorgang des Infantilismus, der aber im Verhältnis zu den sonstigen Erscheinungen des sog. Infantilismus überaus häufig ist und sich bei mehr als $^1/_7$ der gesamten Menschheit vorfindet. Die Folge dieser Verengerung der obersten Brustapertur durch Verkürzung der Rippe ist ein Druck auf die oberen Partien der Lunge, die dadurch eine besondere Disposition zur Erkrankung und speziell zur Entwicklung einer tuberkulösen Lungenphthise erhalten. Diese Verengerung der oberen Brustapertur und die Verkürzung der Rippe wird häufig kompensiert dadurch, dass sich im Gebiete des Rippenknorpels eine Pseudarthrose entwickelt, die die normale Beweglichkeit der obersten Rippe wiederherstellt, und dadurch kann es zur Ausheilung einer bereits entstandenen Krankheit kommen. Ich möchte glauben, dass Menschen, die mit einem Defekt der obersten Rippe behaftet sind, geradezu vor einer typischen tuberkulösen Spitzenphthise gesichert sind, und dass eine solche bei ihnen nur unter ganz bestimmten Umständen z. B. beim Diabetes zustande kommen würde. Man sieht also, dass hier der infantilistische Zustand, oder, wie wir vorher gesehen haben, der atavistische der schädliche ist, während der am meisten fortgeschrittene sich in der Tat als nützlich erweist. Deshalb ist auch

Digitized by Google

anzunehmen, dass, obwohl oberste Rippe und Processus vermiformis beide in der Abnahme begriffen sind, doch wahrscheinlich in ganz verschiedener Zeit dem Menschengeschlecht definitiv verloren gehen werden, denn die Defekte der oberen Rippe sind für den Menschen eine nützliche Erscheinung, die Reduktion des Processus vermiformis kann schädlich sein und dadurch wieder einen Selektionswert erlangen.

Dass diese Variabilität in der Tat abhängig von dem Grade ihres Selektionswertes ist, wird auch für viele andere Fälle bei Tieren und Pflanzen behauptet. So sagt Klebs z. B.[1]): „Dass die Anpassungsmerkmale eine Bedeutung für das Leben haben und deswegen wenig variabel sind, während die Merkmale der Organisation die den grösseren Gruppen gleichmässig angehörenden Eigenschaften sind und deren zweckmässige Bedeutung nicht einzusehen ist, leicht variabel sind.“ Es bedeutet das ja ganz dasselbe, nämlich dass diese Eigenschaften keinen Selektionswert haben und deswegen, ohne die Art zu schädigen, variabel sein dürfen und es sind. Eimer[2]) schliesst, indem er die verschiedenen vielfachen Farben von Schmetterlingen anführt, dass dieselben keinerlei Selektionswert haben könnten. Dieser Schluss ist sicherlich richtig, aber die Tatsache ist umgekehrt zu betrachten. Weil sie keinen Selektionswert haben, darum variieren sie fortwährend.

Wenn nun auch kein Zweifel darüber besteht, dass bei fehlendem Selektionswert die Eigenschaften irgend eines Organs oder Organabschnittes beliebig variieren, so darf man doch nicht annehmen, dass das Aufhören des Selektionswertes als solches die Variation erzeugt, und dieser Gesichtspunkt scheint mir für die ferneren Betrachtungen von Bedeutung zu sein.

Die breitesten Schwankungen der Variabilität sehen wir in der Regel bei dem Vorgang der Domestikation auftreten, und es war das ja gerade die Ursache, weswegen Darwin sich so ausführlich mit der Domestikation beschäftigte, und die ganze Theorie Darwins beruht ja zu einem grossen Teil auf seinen Beobachtungen an domestizierten Tieren und an dem Einfluss der Domestikation

1) Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903. S. 146.
2) Ortogenese. Bd. II. Leipzig 1897.

Digitized by Google

auf dieselben. Man könnte geradezu glauben, und es ist das in der Tat auch mehrfach ausgesprochen worden, dass die Domestikationsfähigkeit der Tiere abhängig sei von ihrer Variabilität. Indes hat schon Darwin darauf hingewiesen, dass durchaus nicht alle Haustiere eine solche Variabilität aufweisen, wie z. B. die Gänse und die Perlhühner. Aber in Wirklichkeit wird die Domestikation doch ganz allgemein als ein Umstand betrachtet, der die Variabilität bei den Tieren hervorbringt, also als eine die Variabilität steigernde Ursache.

Man hat sich natürlich die Frage vorgelegt, wie dieser merkwürdige Einfluss der Domestikation, der unzweifelhaft zu einer gesteigerten Variabilität führt, zu denken sei, und die Anschauungen der einzelnen Autoren waren darüber sehr verschiedene. Darwin, der den Vorgang der Rassenzüchtung in der Domestikation identifizierte mit dem selektiven Einfluss in der freien Natur, kam zu der Ueberzeugung, dass die Individuen in der Freiheit sehr gleichförmigen Umständen ausgesetzt wären, während sie in der Kultur sehr komplizierten Verhältnissen ausgesetzt würden." Er sagt[1]): „Der Mensch erzeugt in Wirklichkeit keine Abänderungen, sondern er versetzt nur unabsichtlich organische Wesen unter neue Lebensbedingungen, und dann wirkt die Natur auf deren Organisation und verursacht Veränderlichkeit. Der Mensch kann aber die ihm von der Natur angebotenen Abänderungen zur Nachzucht auswählen und dieselben hierdurch in einer beliebigen Richtung häufen, und dies tut er wirklich." In der „Abstammung des Menschen", Bd. I, S. 95 sagt Darwin: „Was die Ursachen der Variabilität betrifft, so sind wir in allen Fällen in grosser Unwissenheit; wir sehen nur, dass dieselben beim Menschen wie bei den niederen Tieren in irgend einer Beziehung zu den Lebensbedingungen stehen, welchen eine jede Art mehrere Generationen hintereinander ausgesetzt gewesen ist. Domestizierte Tiere variieren mehr als Tiere im Naturzustand, und das ist offenbar Folge der verschiedenartigen und wechselnden Lebensbedingungen, denen sie ausgesetzt gewesen sind. Die verschiedenen Menschenrassen gleichen in dieser Hinsicht domestizierten Tieren, und dasselbe gilt von den Individuen

1) Entstehung der Arten. S. 499.

Digitized by Google

einer und derselben Rasse, sobald sie einen sehr grossen Bezirk, wie z. B. Amerika bewohnt.“ „Es ist ein bekanntes Gesetz, dass weit verbreitete Spezies viel variabler sind als Spezies mit beschränkter Verbreitung.“ Im Gegensatz zu dieser Meinung Darwins sagt Nägeli[1]), dass gerade die Domestikation viel einförmigere Verhältnisse schaffe als diejenigen sind, denen die Individuen in der Freiheit ausgesetzt sind. „Ein Gewächs in Kultur nehmen, heisst dasselbe aus vielförmigen unter sehr einförmige Umstände versetzen.“ De Vries spricht in seinem Werke über die Mutation an verschiedenen Stellen über die Unbeständigkeit der durch Selektion gewonnenen Rassen und misst daher der Domestikation für die Erzeugung neuer Arten und Rassen naturgemäss eine sehr geringe Bedeutung bei, indem er die Vorstellung hat, dass die Pflanzen, wenn die künstliche Selektion nicht mehr auf sie einwirkt, in den ursprünglichen verwilderten Zustand bald zurückschlagen. Für Tiere würde diese Ansicht nicht durchweg zutreffen, denn es sind Fälle bekannt geworden, wo bei der Verwilderung nicht wieder die ursprünglich wilde Form entstand, sondern eine von dieser wesentlich abweichende. So sind, wie vorher schon angeführt, verwilderte domestizierte Kaninchen nicht wieder zu der ursprünglichen Form zurückgekehrt. Auch die in den nordamerikanischen Steppen verwilderten Pferde glichen nicht den ursprünglichen Vorfahren der domestizierten europäischen Rasse, die heutzutage noch, wenn auch nicht in sehr zahlreichen Exemplaren, in südrussischen Gegenden leben. Ebenso ist der Dingo ein Beweis, dass verwilderte domestizierte Tiere mitunter nicht wieder vollkommen zurückschlagen in die ursprünglich wilde Form, denn es gibt keine wilde Hundeart, weder Wolf noch Schakal, die mit dem Dingo identisch wäre, und es kann kein Zweifel sein, dass der Dingo ein in Australien eingeführter, ursprünglich domestizierter Hund ist. Von Interesse für diese Frage scheint mir auch zu sein, was Rolph[2]) hierüber sagt: „Zum Ueberfluss gibt uns die Tatsache, dass domestizierte Arten, die so sorgfältig gehegt, gepflegt und gefüttert werden, die einem Konkurrenzkampf gänzlich

1) Theorie der Abstammungslehre. München 1884.
2) Biologische Probleme. 2. Aufl. 1884. S. 76.

Digitized by Google

entzogen sind, enorm variieren und die wunderbarsten Monstrositäten produzieren, einen sehr deutlichen Beweis." Wie wir später sehen werden, ist Rolph hier dicht an der natürlichen Erklärung der Tatsachen vorbeigegangen. Aber er steckt zu sehr in den Anschauungen, dass das Grundlegende die Konstanz ist, um sich davon frei machen zu können. Deswegen fährt er fort: „Auf welchen direkten Ursachen das Auftreten einer Varietät beruht, das ist eine Frage, zu deren Beantwortung uns fast noch jeder Anhalt fehlt. Immerhin haben uns die klassischen Untersuchungen Weismanns gezeigt, dass das Klima eine hervorragende Rolle dabei spielt." Und weiter unten behauptet er: „dass Variabilität im allgemeinen, besonders aber die eine sogenannte Vervollkommnung reproduzierenden Variationen Begleiterscheinungen der Prosperität der Verhältnisse sind. Es ist das eine Deduktion, die meines Wissens für die Zoologie noch nicht gegeben worden ist, obgleich die Botaniker schon längst im Uebermass von Nahrung das wesentlichste Moment für die Entwicklung von Abänderungen erkannt haben." Im weiteren vertritt Rolph dann ausführlich sein Prinzip des Nahrungsüberflusses und setzt auseinander, dass das dürftige Tier zur Weiterentwicklung ungeeignet ist. Dadurch kommt er dann zu dem Schluss, dass das Wort „struggle for life" falsch übersetzt sei mit „Kampf ums Dasein". Auch Seidlitz beschreibt in seiner Darstellung der Darwinschen Theorie den Kampf ums Dasein nur als Selbsterhaltungstrieb, aber er fügt das Streben nach grösserer Behaglichkeit hinzu. Man sieht also, dass Rolph die Variabilität, die bei der Domestikation hervortritt, als eine Folge der reichlicheren Nahrung aufzufassen geneigt ist. Weismann, der sich ausführlich mit der Frage beschäftigt, ist gleichfalls der Ansicht, dass die Variabilität durch die Domestikation hervorgebracht wird, und er bringt das zusammen mit der Isolierung und den veränderten Lebensbedingungen. Bei allen diesen Autoren tritt also die Anschauung hervor, dass die Domestikation die Variabilität erzeuge, obwohl man sehr wohl auch die Frage aufwerfen dürfte, ob nicht umgekehrt die bereits vorhandene Variationsfähigkeit erst die Möglichkeit ergebe, ein Tier zu domestizieren. Diese wenigen Angaben dürften genügen, um zu zeigen, dass in der Tat die Wirkung der Domestikation noch in keiner

Digitized by Google

Weise geklärt ist, und es ist deswegen von Bedeutung, sich einmal klar zu machen, worin die Domestikation besteht, und was sie für einen Einfluss auf die Veränderung der Tiere ausüben kann.

Zunächst möchte ich hier einen Unterschied feststellen, der mir nirgends genügend hervorgehoben zu sein scheint, nämlich der besteht zwischen zähmen und domestizieren. Bei diesen beiden Vorgängen handelt es sich ganz offenbar um verschiedene Dinge. Natürlich muss ein domestiziertes Tier auch gezähmt sein, obgleich die Eigenschaft mancher domestizierten Tiere besonders zur Zeit der Brunst in keiner Weise mit dem Begriff zahm übereinstimmt. Aber durchaus nicht alle Tiere, die man gezähmt hat, sind domestiziert worden, oder sind überhaupt der Domestikation fähig. Es gibt kaum ein Tier, das mit gewissen Geistesgaben ausgestattet ist, das nicht schon gezähmt worden ist, und die vielen Schaustellungen, die häufig gemacht werden von gezähmten Löwen, Tigern, Bären, Seelöwen, Affen usw. geben eine grosse Zahl von Beispielen von der Möglichkeit, gewisse Tiere zahm zu machen, deren Domestizierung bisher nicht gelungen ist. Die Domestizierungsfähigkeit der Tiere hängt vielmehr von ganz besonderen Eigenschaften ab. Ich will bei dieser Gelegenheit auch erwähnen, dass z. B. der indische Elefant zwar gezähmt ist, aber nicht eigentlich domestiziert, da er sich in der Gefangenschaft so gut wie gar nicht fortpflanzt. Worauf die Domestikation nun aber der Zähmung gegenüber beruht, ergibt sich aus folgenden Betrachtungen.

Wenn man ein wildlebendes Tier einfängt und gefangen hält, so sind die Einflüsse, die unmittelbar in Betracht kommen, in der Beschränkung der körperlichen Bewegung und in der Veränderung der Nahrung zu suchen. Die Beschränkung der Bewegung wird natürlich je nach dem Charakter der Tierart von mehr oder weniger weitgehendem Einfluss auf die normale Existenz des Individuums sein. Es gibt manche Tiere, die sich aus diesem Grunde allein nicht in Gefangenschaft halten lassen, weil auch nur die geringste Beschränkung der Bewegung genügt, um sie physisch aufs schwerste zu schädigen. Dabei ist ganz abzusehen von solchen, die sich im Anfang in der Gefangenschaft ungebärdig benehmen und sich deswegen körperliche Verletzungen zuziehen.

Digitized by Google

Tiere, die an einen grossen und weiten Wechsel ihres Standortes gewöhnt sind, wie der Elch, werden infolgedessen die Gefangenschaft nicht sehr lange ertragen. Man sieht also von vornherein, dass nur solche Tiere domestiziert werden konnten, die eine solche Beschränkung ihrer körperlichen Freiheit ohne Nachteile ihrer Gesundheit ertragen konnten. Wenn nun auch die Beschränkung der Freiheit bei der Domestikation nicht unmittelbar dieselbe ist wie diejenige bei einer Gefangenschaft, so musste doch jeder Versuch, zu domestizieren, zunächst mit einer Gefangenschaft beginnen, und erst wenn das Tier sich durch Einsperren oder Anketten an die Gefangenschaft gewöhnt hatte, konnte es frei gelassen werden, musste aber Verzicht leisten auf weite Wanderungen und auf steten Wechsel seines Standortes. Bei den Pflanzen kommt dieser Punkt nur dann in Betracht, wenn es sich um Züchtung von Pflanzen in anderen Klimaten handelt, und wenn an die Stelle des normalen Züchtens auf freiem Felde die Züchtung in geschlossenen und künstlich erwärmten Räumen tritt. Es sind dann wesentlich die Veränderung der Atmosphäre, des Feuchtigkeitsgrades, der Beleuchtung, die hier eine Rolle spielen, alles Umstände, die bei den Pflanzen mehr in das Gebiet der Ernährung fallen. Was nun die Ernährung betrifft, so ist es unmöglich, einem gefangenen oder domestizierten Tiere die gleiche Nahrung zu gewähren, wie einem Tiere in freier Natur, und in Wirklichkeit beruht hierauf eine der Schwierigkeiten, Tiere in zoologischen Gärten auf die Dauer zu halten, die irgendwie an eine besondere Nahrung gewöhnt sind. Die Folge davon ist, dass Krankheiten entstehen, und eine der häufigsten Krankheiten, die besonders bei jungen Tieren hervortritt und die unmittelbar als eine Folge der mangelhaften Bewegung und der veränderten Nahrung aufzufassen ist, ist, wie ich durch umfangreiche Untersuchungen[1]) gezeigt habe, die Rachitis. Bei domestizierten Tieren, die eine gewisse Freiheit der Beweglichkeit haben und denen die Ernährung nicht immer künstlich gereicht wird, sondern die sie sich selbst suchen müssen, spielen diese Verhältnisse eine geringere Rolle. Aber immerhin fällt bei diesem

1) Die Rachitis des Schädels. Berlin 1901. — Die Rachitis als Volkskrankheit. Berliner klin. Wochenschr. 1906. Nr. 9.

Digitized by Google

Aufsuchen der Nahrung in der Domestikation ein Umstand fort, der in der freien Natur von der allergrössten Bedeutung ist, nämlich die Erschwerung bei der Aufsuchung der Nahrung. Das Tier in der Freiheit findet nicht die Nahrung überall für sich bereit, es muss oft weite Strecken zurücklegen, um in ein Gebiet zu gelangen, wo sich ihm Nahrung bietet, es muss zur Erlangung dieser Nahrung mitunter Kämpfe mit seinesgleichen oder mit anderen Tierarten bestehen, es muss geeignet sein, Hungerperioden zu ertragen und wiederum, wenn ihm die Gelegenheit geboten wird, sehr reichliche Nahrung zu sich zu nehmen, gewissermassen auf Vorrat. Die domestizierten Tiere aber, die ihre Nahrung selbst aufsuchen, werden von den Menschen von vornherein an Stellen getrieben, die diese Nahrung in möglichst reichlichem Masse darbieten. Unsere Hirsche und Rehe sind in dieser Beziehung sicher gegen früher schon abgeändert, denn sie vermögen strenge, schneereiche Winter ohne künstliche Fütterung nicht zu überleben, eine Fähigkeit, die sie früher sicher besassen. Sie zeigen also schon den ersten Anfang einer Domestikation. Man sieht also, dass die Domestikation die Tiere gewisser Mühen enthebt und sie unter weit günstigere Verhältnisse bringt, als sie in der freien Natur vorhanden sind. Man bemüht sich, die Haustiere in Ernährungsverhältnisse zu bringen, die erfahrungsgemäss denselben möglichst nützlich sind, und daraus hat sich in neuerer Zeit immer mehr die Tendenz entwickelt, die Tiere von dem Selbstaufsuchen der Nahrung zu entwöhnen und ihnen eine künstliche Nahrung in möglichst gleichförmiger Weise darzubieten. Darauf ist die Anwendung der Trockenfütterung bei dem Rindvieh zurückzuführen und die Fütterung mit künstlichen Präparaten, z. B. Hundekuchen bei den Hunden, die ein Gemisch von Fleischfasern und Pflanzenstoffen darstellen und die gleichzeitig genügend Kalksalze enthalten. Diese Fütterungsarten zeichnen sich also durch ihre Gleichförmigkeit und durch ihre Verschiedenheit von der natürlichen Nahrung der wildlebenden Tiere in jeder Beziehung aus.

Zu diesen beiden wesentlichen Umständen der Beschränkung der körperlichen Freiheit und der Einförmigkeit und Regelmässigkeit der Nahrung kommt nun eine Reihe von anderen Umständen, die in der freien Natur eine grosse Rolle spielen. Jeder Tier-

Digitized by Google

und Pflanzenzüchter wird darauf bedacht sein, von seinen Pfleglingen jede Gefahr möglichst fern zu halten. Die Haustiere werden vor dem schädlichen Einfluss der Witterung, vor dem Aufnehmen schädlicher Nahrung, vor dem Kampf mit feindlichen anderen Tieren und Pflanzen, wozu auch die Parasiten zu rechnen sind, geschützt. In der freien Natur besteht von einem solchen Schutz garnichts. Das im Freien lebende Wesen muss, wenn die Art nicht ganz aussterben soll, an die allerverschiedensten Umstände angepasst sein. Es muss die Witterungsveränderungen entweder ertragen können oder Wege finden, sich ihnen selbst zu entziehen, es muss Feinde schon auf weite Entfernung hin wittern können, es muss die physischen Eigenschaften besitzen, um bei der Verfolgung seinen Feinden zu entgehen. Dadurch wird das im Freien lebende Tier körperliche und geistige Eigenschaften notwendig gebrauchen, die für das domestizierte Tier gänzlich unnötig sind und deswegen auch im Verlaufe der Domestikation verschwinden. Ein domestiziertes Tier hat niemals die physische Kraft wie dasselbe im wilden Zustande, eine grosse Menge von Instinkten sind dem domestizierten Tier verloren gegangen. Sie haben nicht mehr das feine Witterungsvermögen der wild lebenden Tiere, sie haben auch die Fähigkeit verloren, nützliche von schädlicher Nahrung zu unterscheiden und den schädlichen Einflüssen des Klimas zu widerstehen. Man sieht also aus allen diesen Umständen, dass die Domestikation die Tiere ganz unzweifelhaft unter viel einfachere Bedingungen bringt, als sie in der freien Natur ausgesetzt sind, und dass sie in der freien Natur in viel mannigfaltigerer Weise angepasst sein müssen als im Zustande der Domestikation, wo der Mensch in seinem eigenen Interesse dafür sorgt, dass selbst mangelhafte Anpassungserscheinungen von den Tieren ertragen werden können. Die Selektion spielt also in der freien Natur eine viel umfangreichere und rücksichtslosere Rolle gegenüber den mangelhaft angepassten Eigenschaften, als das im Zustande der Domestikation der Fall ist.

Ganz besonders kann man diese Verhältnisse auch beim Menschen beobachten, denn wie schon Darwin ganz richtig bemerkte, ist auch der Mensch ein domestiziertes Tier. Selbst die unkultivierten Völkerschaften tragen schon Spuren der Kultur und

Digitized by Google

der Domestikation an sich, je höher kultiviert aber eine Rasse ist, um so mehr erscheint sie domestiziert und um so mehr machen sich alle die Verhältnisse bemerkbar, die vorher angeführt wurden. Nur so ist es möglich gewesen, dass bei den Menschen vielfach Eigenschaften entstanden und sich erhalten konnten, die einen in Freiheit lebenden Menschen sicherlich bald zum Untergang geführt hätten. Die Zahnkaries, der Ausfall der Haare, das Fehlen der Haare am Körper überhaupt, die Unfähigkeit der Mütter, ihre Kinder selbst zu stillen, die Kurzsichtigkeit, das alles sind Eigenschaften, die erst durch die Domestikation gebildet worden sind und nur unter dem Einfluss der Domestikation sich erhalten können, da dieselbe Mittel und Wege gefunden hat, alle diese Schädigungen durch künstliche Hilfsmittel zu kompensieren. Dass auch die am besten domestizierten Tiere und Menschen durch diese künstlichen Hilfsmittel nicht vollständig vor Gefahren geschützt sind, beweisen die zahllosen Krankheiten infolge der Domestikation[1]), die den im wilden Zustande lebenden Individuen nicht eigen sind und daher als eine Folge der unter dem Einfluss der Domestikation entstandenen mangelhaften Anpassung zu betrachten sind; ich erwähne die Rachitis, die harnsaure Gicht, viele Geisteskrankheiten, die Hysterie, Menstruationsanomalien, Extrauterinschwangerschaft, geschlechtliche Verirrungen usw.

Man sieht also, dass zwischen der Selektion, die der Mensch bei Haustieren zur reinen Kultur ihrer Rassen, bei Pflanzen zur Herstellung besonders nützlicher oder angenehmer Varietäten, und auch bei sich selbst unwillkürlich anwendet, und zwischen der Selektion, die in der Freiheit zustande kommt durch den sogenannten Kampf ums Dasein, ein ganz gewaltiger Unterschied besteht, und ich möchte in der Tat glauben, dass einer der grössten Fehler in den Betrachtungen Darwins darin zu suchen ist, dass er diese beiden Umstände zu weitgehend identifizierte. In Wirklichkeit sind Schlüsse, die wir aus der Beobachtung bei der Domestikation anstellen, auf die Entstehung der Variationen und auf die Artenbildung in freier Natur nur sehr bedingt und in be-

1) Einfluss der Domestikation auf die Entstehung der Krankheiten. Berliner klin. Wochenschr. 1906. Nr. 20 u. 21.

Digitized by Google

schränktem Masse zulässig, und zwar nur unter strenger Beobachtung der verschiedenen Verhältnisse in jedem einzelnen Falle, wobei man sich besonders vor jeder Generalisierung der Betrachtung hüten muss. Aber darum sind die Vorgänge bei der Domestikation für diese ganzen Betrachtungen keineswegs gleichgiltig, sondern sie sind, wie wir später noch sehen werden, von allergrösster Bedeutung, allerdings in einer ganz anderen Richtung als sie von Darwin und den meisten anderen verwertet worden sind. Ich möchte nur jetzt schon hier behaupten, dass die Domestikation nicht dadurch die Variabilität der Tiere steigert, dass sie selektorisch wirkt, sondern grade dadurch, dass sie die natürliche Selektion aufhebt, die eine der wesentlichsten Umstände darstellt für die Erhaltung typischer und wenig variabler Formen.

Nun ist in bezug auf die Entstehung der Variationen noch auf einen anderen Umstand aufmerksam gemacht worden, nämlich auf die Korrelation der Organe. Schon Darwin hat auf diesen Punkt hingewiesen, dann ganz besonders Haacke, der ausdrücklich hervorhebt, dass kein Abschnitt des Körpers sich verändern könne, ohne dass auch der übrige Körper eine Veränderung eingehe. Von vielen anderen ist auf die Bedeutung der Korrelation für die Variation hingewiesen worden. Dieser Hinweis ist ein überaus wichtiger und, wie ich glaube, von allergrösster Bedeutung, aber nicht für die hier aufgeworfenen Fragen, wie entstehen die Variationen und wodurch ist die Variabilität zu erklären, denn in Wirklichkeit werden diese Fragen nicht beantwortet dadurch, dass man sagt, das Organ A verändert sich, weil das Organ B sich verändert hat. Die Frage, warum das Organ B sich verändert hat, bleibt dann immer noch offen. Deswegen hat in der Tat die Korrelation der Organe in bezug auf die Erklärung der Entstehung der Variation und der Variabilität keinerlei Einfluss.

Digitized by Google

5. Kapitel.

Bedingungen der Konstanz.

In dem vorigen Kapitel habe ich mich bemüht, zu zeigen, dass sehr viele Autoren das Bestreben gehabt haben, eine Ursache für die Variabilität der Tiere und Pflanzen zu suchen. Wenn auch viele derselben immer wieder ausdrücklich betonen, dass man eine Variabilität der lebenden Substanz voraussetzen muss, um die Evolution der Tiere und Pflanzen zu erklären, so haben sie doch von jeher bis in die neueste Zeit hinein sich bemüht, die Ursache resp. die Bedingungen für die Variabilität zu finden. Ich glaube aber, dass aus meinen Ausführungen hervorgeht, dass das bisher keinem einzigen gelungen ist, dass diejenigen Momente, die beschuldigt wurden, die Variabilität hervorzubringen, häufig gar keine Bedeutung für dieselbe haben, in anderen Fällen nur als Gelegenheitsursachen anzusehen sind, wieder in anderen Fällen ein Moment darstellen, das zwar nicht die Variabilität hervorruft, aber doch durch Aufhebung von Ursachen für die Konstanz der Arten die Variabilität zulässt. Selbst Darwin merkt man es vielfach deutlich an, dass ihn seine Erklärungsversuche für die Variabilität in keiner Weise befriedigen, weswegen er auch an verschiedenen Stellen ausdrücklich betont, dass die eigentliche Ursache für die Variabilität unbekannt sei. Wir können also heute noch wie auch früher konstatieren, dass die Bedingungen, durch die die Variabilität zustande kommt, gänzlich unbekannt sind. Wenn man das alles berücksichtigt, so muss man zu dem Schluss kommen, dass die ganze Fragestellung in bezug auf die Entstehung der Variabilität eine unrichtige ist. Man kann sich meiner Ansicht nach auf einen ganz

Digitized by Google

anderen Standpunkt stellen und wird, wie ich mich bemühen werde zu zeigen, dann viel befriedigendere Resultate in der Erklärung der Vorgänge haben, als bisher erlangt wurden. Wenn auch viele Autoren gesagt haben, die Variabilität muss vorausgesetzt werden, so hat doch keiner bisher die Variabilität als eine wirkliche Grundeigenschaft der lebenden Substanz angenommen, sonst würde man sich nicht immer wieder bemüht haben, nach Ursachen für die Variabilität zu suchen. Grundeigenschaften lassen sich ebenso wenig kausal erklären, wie sich Grundsätze der Mathematik beweisen lassen. Sie müssen also als Tatsachen angenommen werden, und ich möchte deshalb für die weiteren Ausführungen die Behauptung einer Variabilität als primäre Eigenschaft der lebenden Substanz aufstellen. Dann darf man nicht fragen, was veranlasst die Variabilität, sondern was veranlasst die Konstanz. Wenn man eine solche Annahme macht, nämlich dass die Variabilität eine Grundeigenschaft der lebenden Substanz ist, so ist man verpflichtet, zu zeigen, warum dieselbe nicht überall und unter allen Umständen zutage tritt und warum die gesamte Tier- und Pflanzenwelt nicht eine wilde Anhäufung der mannigfachsten Gestalten darstellt, sondern überall Gruppen von gleichen oder doch wenigstens sehr ähnlichen Einzelindividuen erkennen lässt. Die Berechtigung zu einer solchen Fragestellung soll sich aus dem Folgenden ergeben.

Als Definition des lebenden Protoplasmas würde sich bei einer solchen Voraussetzung sagen lassen, das Protoplasma hat eine bestimmte chemische Zusammensetzung. Es lassen sich an ihm bestimmte sehr verschiedene morphologische Eigenschaften feststellen, und es ist variabel, d. h. es befindet sich in einem labilen Gleichgewicht. Die Variabilität gehört also zu der Definition der lebenden Substanz. In dieser Beziehung befinde ich mich, wie ich glaube wenigstens dem Sinne nach, in Uebereinstimmung mit der Mehrzahl der Autoren, wenn das auch niemand bisher in dieser prägnanten Form ausgesprochen hat. Denn in Wirklichkeit geben auf der einen Seite alle ausdrücklich oder unwillkürlich zu, dass sie eine Ursache für die Variabilität nicht kennen, dass aber ihre Existenz vorausgesetzt werden muss, wenn eine Entwicklung angenommen werden soll. Auf der anderen Seite aber suchen die

Digitized by Google

meisten nach direkten Ursachen für die Variabilität, ohne indessen damit einen wirklich anerkannten Erfolg zu haben.

Ganz besonders befinde ich mich mit der Anschauung, dass die lebende Substanz primär variabel ist, in Uebereinstimmung mit E. du Bois-Reymond[1]). Dieser sagt: „In Kristallen oder toten Körpern überhaupt befindet sich die Materie im statischen Gleichgewicht, sei es nun stabil, indifferent oder labil, in den Lebewesen im dynamischen Gleichgewicht.“ Er vergleicht das dynamische Gleichgewicht in den Lebewesen mit dem Gleichgewicht des Wassers in dem Querschnitt eines Flusses oder eines durchströmten Sees, welche weder steigen noch fallen, oder mit der Bevölkerung einer Stadt innerhalb eines Zeitraumes, in welchem ebenso viele Kinder geboren werden oder Menschen zuziehen, als Menschen sterben und fortziehen. Dynamisches Gleichgewicht kommt auch bei Elektrizität und Wärme in Frage. Weiter sagt er dann: „Aber nicht nur dynamisches Gleichgewicht ist bezeichnend für die Organismen. Es überwiegt in ihnen labiles Gleichgewicht.“ Auch Mach[2]) äussert sich ähnlich: „Die organischen Wesen sind nämlich keine starren materiellen Systeme, sondern im wesentlichen dynamische Gleichgewichtsformen von Strömen von Materie und Energie.“ Das Gleichgewicht, von dem hier du Bois-Reymond und Mach sprechen, ist aber nicht die ursprüngliche Eigenschaft des lebenden Protoplasmas, sondern es wird, wie ich gleich noch ausführlich zu zeigen gedenke, lediglich durch die fortwährenden äusseren Einwirkungen hervorgebracht und verhält sich also wie ein gleitender Körper, auf den fortwährend äussere Einwirkungen stattfinden, die ihn an derselben Stelle festhalten. Man ersieht hieraus, dass ich nicht mit denjenigen Autoren übereinstimme, die mit Kassowitz eine Variabilität aus inneren Ursachen für unmöglich erachten. Natürlich stelle ich mir diese innere Ursache nicht als irgend etwas Mystisches vor, das ausserhalb der mechanischen Erklärungsmöglichkeit liegt, sondern als eine der lebenden Materie inhärente physikalische Eigenschaft, die aus der besonderen Form der Vereinigung ihrer

1) Ueber Neovitalismus. Berliner Akademie d. Wissensch. 28. Juli 1894.

2) Mach, E., Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen. Jena 1906.

Digitized by Google

Atome und Moleküle erklärt werden muss und deswegen zur Definition der lebenden Substanz gehört. Um das eben schon angedeutete Bild auszuführen, möchte ich mich so ausdrücken. Man hat sich bisher die Veränderlichkeit vorgestellt wie eine Kugel auf einer horizontalen Ebene. Der leiseste Stoss von der einen oder anderen Seite kann sie zur Fortbewegung veranlassen, und sie setzt ihren Lauf so lange fort, bis die Reibung die Kraft der Einwirkung aufhebt. Im Gegensatz dazu stelle ich mir die Variabilität vor wie eine Kugel auf einer geneigten Ebene. Am Weiterrollen wird sie durch fortwährende Einwirkung von aussen her gehindert. Verändern sich diese Einwirkungen in Stärke oder Richtung, so fängt die Kugel durch ihre eigene Schwerkraft an zu rollen und rollt so lange weiter, bis sie wieder durch äussere Einwirkungen festgehalten wird. Ist man imstande, diese äusseren Einwirkungen zu finden, d. h. die Bedingungen für die Konstanz in bestimmten äusseren Umständen nachzuweisen, so würde damit die Erklärung der Erscheinungen um ein Stück gefördert sein.

Es existieren nun in der Tat eine Reihe von direkten und indirekten Beweisen für diese primäre Variabilität. Die indirekten ergeben sich aus den Bedingungen für die Konstanz der Erscheinungen.

Die wichtigste Bedingung für die Konstanz ist zweifellos die Gleichartigkeit der äusseren Einwirkungen, aber nicht für sich allein, sondern erst durch Vermittelung der Anpassungsfähigkeit der lebenden Substanz. Anpassung bedeutet, dass die lebende Substanz in Bedingungen gelangte, die sie stationär erhalten. Um das vorhergehende Bild der auf der schiefen Ebene rollenden Kugel zu ergänzen, würde man also sagen, es sind Bedingungen eingetreten, die die Kugel in ihrem Laufe aufhalten und sie an eine Stelle bannen. Dieses Festhalten ist die Anpassung. So lange die äusseren Bedingungen die gleichen bleiben, so lange das gleiche Klima, die gleiche Ernährungsmöglichkeit, die gleiche Bewegungsfreiheit oder Unfreiheit, die gleichen Beziehungen zu anderen Individuen bestehen, so lange besteht ein mechanisches Hindernis für das Auftreten der Variabilität. Denn wenn es möglich war, dass unter diesen äusseren Bedingungen überhaupt eine Konstanz, d. h. eine Anpassung zustande kam, so

Digitized by Google

mussten diese Bedingungen so beschaffen sein, dass sie einen mechanischen Widerstand für das Auftreten von Variationen abgaben. Man kann also ruhig sagen, die Konstanz der Bedingungen ist die Ursache für die Konstanz der Erscheinungen, wenn man sich klar macht, dass dieses Zwischenglied in die Betrachtung eingefügt werden muss. Wenn z. B. eine Pflanze oder ein Tier an eine bestimmte Temperatur angepasst ist, und es würde durch die Variabilität eine Form entstehen, die diese Temperatur nicht zu ertragen imstande ist, so würde eine solche Variation sofort durch die Selektion ausgeschieden werden und infolgedessen nicht zur Vererbung kommen. Man sieht also, dass die Selektion nicht an und für sich eine Ursache für die Konstanz ist, sondern dass sie einen Vorgang bedeutet, der sich aus den Beziehungen zwischen der Variabilität des Individuums und den äusseren Bedingungen ergibt. Daher imponiert uns die Selektion als eine für die Konstanz der Arten notwendige Bedingung, und es steht nichts im Wege, das im gewöhnlichen Sprachgebrauch auch in dieser Weise auszudrücken. Wir können also getrost sagen, die Selektion ist eine der Bedingungen der Konstanz, wenn wir nur daran festhalten, dass sie diese Konstanz nicht direkt hervorbringt. Deswegen sehen wir auch, dass, wenn sich nun die äusseren Bedingungen ändern, sofort die Variabilität der Individuen in die Erscheinung tritt, nicht etwa deshalb, weil die Veränderung der äusseren Bedingungen die Variabilität erzeugt, sondern weil sie die Ursachen für die Konstanz aufhebt. Voraussetzung dabei ist nur, dass die Veränderung der äusseren Bedingungen nicht so gross ist, dass sie die Existenzmöglichkeit der Individuen vernichtet, sondern dass diese in der Lage sind, sich den nunmehr veränderten äusseren Bedingungen wiederum anzupassen. Dazu ist natürlich notwendig, dass die äusseren Bedingungen nicht unausgesetzt weiter sich ändern, sondern dass sie selbst schliesslich doch wieder eine Konstanz annehmen, und so werden sie dann bald wieder die Ursachen für die Konstanz neuer Formen. Da jedoch die Bedingungen für zwei Individuen niemals absolut die gleichen sind, so gleichen sich in der Tat die einzelnen Individuen niemals mit mathematischer Genauigkeit, sondern abgesehen von den Arten ist jedes einzelne Individuum wiederum seinen besonderen Bedingungen angepasst.

Digitized by Google

d. h. durch diese bestimmt. Daher sehen wir, dass, wenn Pflanzen oder Tiere in ein anderes Klima, in andere Ernährungsverhältnisse oder in andere gegenseitige Beziehungen versetzt werden, sie sich in ihrer Form je nach dem Grade ihrer Variationsfähigkeit verändern, oder dass sie aussterben.

Man hat einen prinzipiellen Unterschied darin sehen wollen, ob einerseits Lebewesen durch veränderte Bedingungen sich umwandeln, und wenn sie unter diesen veränderten Bedingungen wieder in die früheren zurückgebracht werden, wieder die früheren Formen annehmen, oder ob andererseits sie die veränderten Formen kürzere oder längere Zeit noch beibehalten, nachdem sie in die ursprünglichen Bedingungen zurückversetzt wurden, oder endlich, ob sie definitiv verändert werden. Diesen prinzipiellen Unterschied kann ich nicht anerkennen. Freilich bedeutet das für den Erfolg etwas ganz anderes, denn man darf die individuelle Anpassungsfähigkeit nicht verwechseln mit der Anpassungsfähigkeit der Arten. Die Anpassungsfähigkeit mancher Individuen ist ja zweifellos eine ausserordentlich weitgehende, wie z. B. diejenigen Tiere beweisen, die gleichzeitig im Seewasser und im Süsswasser leben können, oder die sich allmählich an Süsswasser akklimatisiert haben. So lebt z. B. im Dickson-Hafen eine Molgula, die zu den Tunikaten gehört und gleichmässig Seewasser und Süsswasser verträgt, wie übrigens alle übrigen Wasserbewohner dieses Hafens. Denn derselbe ist im Winter salzhaltig, im Sommer aber wird er durch die stärkeren Schmelzwässer des Jenissei bis auf 0,3 pCt. ausgesüsst. Das ist bei der Molgula um so bemerkenswerter, als die Tunikaten im übrigen reine Seetiere sind. Auch in den Reliktenseen Dänemarks, Skandinaviens und Irlands finden sich Schizopoden und Amphipoden, die sich vollständig an das Süsswasser angepasst haben. Solche sind sogar in den Madüsee in Pommern eingewandert. Auch die Veränderungen an Schmetterlingen, die Eimer[1]) ausführlich zusammenstellt, wie sie unter dem Einfluss von verschiedenen Klimaten zustande kommen, zeigen das Gleiche. Es liesse sich hierfür noch eine grosse Menge von Beispielen beibringen. Alle diese Fälle sind beweisend dafür, wie konstante Formen unter be-

1) Entstehung der Arten. Bd. I. Jena 1888.

Digitized by Google

stehenden Bedingungen zustande kommen, dass aber, wenn die äusseren Bedingungen sich ändern, Variationen auftreten. Diese Variationen sind aber immer wieder nur so lange konstant, wie es die äusseren Bedingungen sind, und wenn diese sich so verändern, dass genau die vorher vorhandenen wieder auftreten, so müssen notwendigerweise die Lebewesen auch die vorigen Formen wieder annehmen, wie man es in der Tat überall da findet, wo schwankende Bedingungen vorhanden sind und wo die früher existierenden Zustände sich aufs Genaueste wiederherstellen.

Wenn wir nun annehmen, dass zwar die Bedingungen für irgend ein Lebewesen sich in der ganzen Welt nicht nur vorübergehend ändern, sondern dauernd, so würde, falls dieses Lebewesen überhaupt den veränderten Bedingungen gegenüber anpassungsfähig ist, uns die Veränderung des Lebewesens als eine konstante imponieren. Wenn man z. B. gewisse Pflanzen, die auf Serpentinboden wachsen und dort bestimmte Formen angenommen haben, auf einen anderen Boden verpflanzt, so ändern sie ihre Formen und nehmen, auf den Serpentinboden zurückgebracht, auch wieder die Serpentinformen an. Wenn nun aber diese Pflanzen immer nur Serpentinboden fänden oder nur auf einem solchen gedeihen könnten, so würde man gar nicht auf die Idee kommen, dass es sich um die Beeinflussung durch irgend eine bestimmte Ursache handelt, die die Konstanz der Form erhält, und man würde von einer konstanten Art oder Varietät sprechen. Es ist bekannt, dass die Kanarienvögel nach Krappfütterung eine eigentümliche und charakteristische Farbe annehmen. Wenn man nun annimmt, dass diese Vögel immer nur krapphaltige Nahrung fänden oder sich nur von einer solchen ernähren könnten, so würden uns die so gefärbten Vögel als konstante Arten imponieren. Es lassen sich natürlich noch zahlreiche analoge Beispiele anführen, denn in Wirklichkeit würden alle diejenigen Erscheinungen hierher zu rechnen sein, die unter der Selbstregulierung des Individuums zustande kommen, alle diejenigen Formen, die, wie Roux gezeigt hat, in seiner zweiten Periode des funktionellen Lebens normiert werden.

Wenn wir uns fragen würden, was wir in diesem Sinne als äussere Bedingungen für die Konstanz aufzufassen haben, so würde das sehr schwierig sein, da wir dieselbe immer nur vom anthro-

Digitized by Google

pozentrischen Standpunkt aus betrachten können. Uns erscheint manches als eine Veränderung der äusseren Bedingungen, was in Wirklichkeit für die einzelnen Arten eine solche nicht darstellt. Wir wissen zwar, dass die Veränderung der Temperatur für gewisse Insekten eine solche Veränderung der Bedingungen darstellt, aber wenn wir daraus schliessen wollten, dass die Veränderung der Temperatur überhaupt ganz allgemein betrachtet eine Bedingung für die Aufhebung der Konstanz ist, so würde das ein Irrtum sein. Denn wir wissen, dass viele Tiere und Pflanzen unter anderer Temperatur zu leben imstande sind, ohne sich in ihrer Form zu ändern. Das Gleiche gilt von der Ernährung, von dem Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung usw. Es geht daraus hervor, dass erstens diese Bedingungen für verschiedene Arten verschieden sind, und dass man zweitens nicht schliessen kann, dass diese Betrachtungen unrichtig sind, weil irgend ein Umstand, der uns als eine die Konstanz aufhebende Bedingung erscheint, doch nicht zu einer Variation in Wirklichkeit führt.

Eine weitere Ursache für die Konstanz, die verhindert, die Variabilität in die Erscheinung zu treten, ist die Erblichkeit gewisser Eigenschaften. Erstens sind Grundeigenschaften erblich. In dieser Beziehung würde ja die Variabilität selbst eine erbliche Eigenschaft sein. Es könnte aber erscheinen, als wenn die Erfahrung der Erblichkeit derjenigen der primären Variabilität entgegenstände, und ein Beweis dafür wäre, dass die Konstanz das Primäre, die Variabilität aber das Sekundäre ware. Das erscheint in der Tat im ersten Moment so, in Wirklichkeit aber ist es ganz anders.

Es wäre natürlich unrichtig, wenn man sich die Variabilität als eine unbegrenzte vorstellen wollte. Das ist von einigen Autoren, z. B. von Haeckel geschehen. Aber in Wirklichkeit zeigt schon eine einfache Betrachtung, dass die Variabilität unmöglich unbegrenzt sein kann, sondern dass ihr gewisse natürliche, ich möchte geradezu sagen rein mechanische Grenzen gesteckt sind. Wir können in der Tat annehmen, dass die Natur mit der lebendigen Substanz verfahre wie ein guter Ingenieur mit der leblosen Materie, d. h. es kann alles geschaffen werden, so weit seine Existenz mechanisch möglich ist und so weit dieselbe

Digitized by Google

einen Sinn hat. Es kann aber nicht jede beliebige Form geschaffen werden, die man sich mit einiger Phantasie ausdenken könnte. Es sind z. B. die verschiedensten Einrichtungen der Fortbewegung entstanden durch Cilien, Geisseln, durch Pseudopodien und durch echte Extremitäten, durch Gleitvorrichtungen usw., nur eine Form der Fortbewegung, die die leblose Materie zulässt, nämlich diejenige des Rades auf der Achse, hat die Natur nicht bilden können, denn es besteht keine Möglichkeit, dieses Rad vom Körper aus zu ernähren. Das würde also ein Beispiel für ein mechanisches Hindernis der unbegrenzten Variabilität sein.

Aber auch in anderer Beziehung arbeitet die Natur wie ein guter Ingenieur. Sie bildet nämlich nichts absolut Sinnloses oder Wertloses. (Wir werden später sehen, dass das an und für sich nichts mit der Zweckmässigkeit der Erscheinungen zu tun hat.) Beispiele hierfür sehen wir in dem langen Hals der Giraffe und in dem Rüssel des Elefanten. Es ist niemals ein Tier mit einem Rüssel entstanden, das imstande gewesen wäre, den Kopf zur Erde zu neigen. Für ein solches Tier wäre der Rüssel eine überflüssige und deswegen sinnlose Erscheinung, und es hat niemals ein Tier mit einem langen Halse wie die Giraffe gegeben, das kurzbeinig war und sich ausschliesslich von niederen Kräutern ernährt hätte, das also ebenso gut ohne diesen langen Hals ausgekommen wäre. Die Variabilität ist also beschränkt erstens durch die mechanische Struktur der lebenden Substanz und zweitens durch die Beziehungen derselben zu der Umgebung.

Aber die Erblichkeit zeigt uns noch etwas anderes. Sie zeigt uns nämlich, dass bestimmte Eigenschaften, die irgendwie und irgendwo erworben sind, sich in der gleichen Weise auf die Nachkommen fortpflanzen. Die durch die Erblichkeit dokumentierte Konstanz würde also tatsächlich der Anschauung von der primären Variabilität widersprechen, wenn erwiesen werden könnte, dass schon die ersten und primitivsten Lebewesen eine erbliche Starrheit besessen hätten, die über die rein mechanische Beschränkung der Variabilität hinausging.

Es scheint mir aber ganz unmöglich, diesen Beweis zu erbringen. Wir beobachten die Eigentümlichkeiten der Erblichkeit immer nur bei solchen Individuen, die in ganz bestimmter Weise

Digitized by Google

spezialisiert sind, die also schon durch einen langen Entwicklungsgang hindurchgingen, durch den sie diese Spezialisierung erlangt haben. Und dass sich die Variationsfähigkeit der lebenden Substanz mit zunehmender Spezialisierung verringert, darauf werde ich gleich noch ausführlich zurückkommen. Setzen wir diese Abnahme der Variationsfähigkeit bei zunehmender Spezialisierung jetzt einmal als richtig voraus, so müsste umgekehrt notwendiger Weise geschlossen werden, dass die Variationsfähigkeit bei den am wenigsten spezialisierten Lebewesen, d. h. also bei denjenigen, die zuerst entstanden, eine innerhalb der mechanischen Grenzen sonst nicht beschränkte gewesen ist. Dadurch würde sich also die Erblichkeit und die in ihr hervortretende Konstanz als eine erworbene Eigenschaft der lebenden Materie ergeben.

Wenn aber die unveränderte Uebertragung von Eigenschaften durch Vererbung erst eine erworbene Eigenschaft ist, so können die Tatsachen der Vererbung nicht als Gegengründe gegen die Existenz einer primären Variabilität angeführt werden, stehen vielmehr in guter Uebereinstimmung mit einer solchen Beschränkung. Es widerspricht diese Auffassung, dass die Vererbung konstanter Eigenschaften erst sekundär erworben würde, auch in keiner Weise den modernen Anschauungen über die geformten Träger der erblichen Eigenschaften. Denn dass diese Träger bei den einzelnen Arten sehr verschiedene Formen haben, und dass dieselben einer allmählichen Entwicklung fähig sein müssen, infolgedessen also auch ursprünglich ganz anders beschaffen gewesen sein müssen, als sie es heute sind, darüber dürfte ein Zweifel nicht bestehen.

Jede durch die individuelle Variabilität hervortretende ungewöhnliche Eigenschaft muss, selbst wenn sie zunächst dominierend auftritt, durch immer wieder erneute Vermischung mit den gewöhnlichen Durchschnittseigenschaften allmählich in den Hintergrund gedrängt werden und schliesslich ganz verschwinden oder wenigstens so selten werden, dass sie praktisch keine Rolle mehr spielt. Dadurch werden die Mittelformen die häufigsten und erscheinen uns deshalb als konstant.

Daraus ergibt sich weiter, dass die Panmixie von der grössten Bedeutung für die Konstanz ist. Wie schon im vorigen Kapitel gezeigt wurde und wie es auch von der Mehrzahl der Sachverstän-

Digitized by Google

digen angenommen wird, ist dieselbe geeignet, alle irgendwie ungewöhnlichen Varietäten durch Ausgleich wieder zu eliminieren, d. h. die Formen zu nivellieren.

Wir sehen also, dass als die Hauptursache für die Konstanz der Erscheinungen anzusehen ist die Konstanz der äusseren Bedingungen und deshalb auch die Selektion, zweitens die Erblichkeit und endlich die Panmixie. Ist diese Anschauung richtig, dann muss bei blosser Aufhebung aller oder einzelner dieser drei Umstände die primäre Variabilität sofort in die Erscheinung treten. Und wenn wir das an geeigneten Fällen, wo sich diese Bedingungen herstellen lassen, untersuchen, so lässt sich nachweisen, dass das in der Tat der Fall ist.

Dafür scheinen mir nun zunächst von ganz besonderer Bedeutung zu sein die Erfahrungen bei der Domestikation. Denn wie ich das schon im vorigen Kapitel auseinandergesetzt habe, besteht ja die Domestikation ganz wesentlich darin, dass sie die Schärfe der Selektion aufhebt. Die Rücksichtslosigkeit, mit der in der freien Natur alle irgendwie entstehenden, weniger günstigen Variationen, auch wenn sie nur momentan weniger günstig sind, ausgeschaltet werden, hört bei der Domestikation vollständig auf. Es besteht darin gerade das Wesen der Domestikation, dass der Mensch diejenigen Lebewesen, die er zu domestizieren wünscht, für sich erhält und den äusseren Schädigungen entzieht. Auch die Domestikation des Menschen selber besteht darin, dass er sich bemüht, Mittel zu finden, um auch weniger angepasste Individuen, d. h. also Variationen am Leben zu erhalten, zur Fortpflanzung zu bringen und dadurch der Selektion zu entziehen. Die Domestikation ermöglicht also, dass die natürliche Variationsfähigkeit der Individuen in die Erscheinung tritt. Und die Mehrzahl der domestizierten Tiere und Pflanzen sind nicht deshalb variabel, weil sie unter irgend welche uns unbekannten Bedingungen gebracht sind, sondern weil eine der wesentlichsten Ursachen der Konstanz aufgehoben wurde, nämlich die der natürlichen Selektion. Wenn Darwin die Bedeutung der Beobachtung der Domestikation für das Verständnis der Entstehung der Arten besonders darin erblickte, dass der Mensch imstande sei, die während der Domestikation entstehenden Variationen zu einer willkürlichen Selektion zu be-

Digitized by Google

nutzen und dadurch bestimmte Rassen zu erzielen, so ist mit Recht in neuerer Zeit hervorgehoben worden, dass sich dieser Vorgang nicht ohne weiteres auf das natürliche Geschehen übertragen lässt. Es ist das einer der Gründe gewesen, weswegen die Darwinsche Lehre vielfach in Misskredit gekommen ist, weil sie nicht imstande war, aus den Tatsachen der Domestikation die Variabilität der Individuen zu erklären. In Wirklichkeit muss man denjenigen beistimmen, die einen Unterschied finden zwischen der Rassenzüchtung in der Domestikation und der natürlichen Entstehung der Arten. Deswegen ist jedoch die Bedeutung dieser Betrachtung, die sich hier ergibt, keine geringere, und Darwin war ganz auf dem richtigen Wege, liess sich jedoch dadurch irritieren, dass er glaubte, besondere Ursachen für die Entstehung der Variabilität suchen zu müssen. Die Züchtung reiner Rassen erklärt uns nicht die Entstehung der Arten, aber sie zeigt uns, wie in der Domestikation durch Aufhebung des Selektionsprinzips die primäre Variabilität in die Erscheinung tritt[1]).

Die Aufhebung der Selektion zeigt uns aber auch an anderen Beispielen, dass dadurch die Variabilität hervortritt und zwar ganz besonders an einzelnen Organen und Körperteilen. Werden solche der Selektion entzogen, d. h. haben sie keinen Selektionswert, so variieren sie in den weitesten Grenzen. Man sagte bisher, durch die Aufhebung des Selektionswertes eines Organs wird die Variabilität hervorgerufen. Diese Ausdrucksweise würde von meinem Standpunkte aus unrichtig sein. Man müsste vielmehr sagen, wenn ein Organ keinen Selektionswert hat, so befindet es sich bei jedem Individuum unter anderen Bedingungen, wodurch eine Bedingung für die Konstanz aufgehoben ist und die primäre Variationsfähigkeit in die Erscheinung tritt. Das beste Beispiel hierfür ist der Processus vermiformis des Menschen. Bei den Tieren, bei denen der Blinddarm mit seinem Anhang noch eine besondere Bedeutung für die Verdauungstätigkeit besitzt, ist dieses Organ von ausserordentlicher Konstanz. Beim Menschen aber, wo ihm eine besondere Bedeutung nicht zukommt, d. h. also wo eine bestimmte Form und

1) Man vergleiche zu diesem Thema besonders Darwins Variieren der Tiere in der Domestikation.

Digitized by Google

Grösse nicht mehr für die Existenz des Individuums von Wert ist, gehört er zu den variabelsten Teilen des Körpers. Ebenso ist es mit der schon früher erwähnten obersten Rippe der Fall, und das Gleiche gilt von der Form der Nase, der Ohren, der Zähne usw., die alle innerhalb gewisser Grenzen variabel sein können, ohne die Existenz des Menschen zu beeinträchtigen, und deswegen auch tatsächlich variabel sind.

Der zweite Punkt betrifft die Erblichkeit. Wenn diese aufgehoben würde, so würde ja selbstverständlich die Konstanz der Eigenschaften gänzlich verschwinden, wenn jedes neue Individuum in keiner Weise bei seiner Entwicklung an die Form seines Elters gebunden würde. Doch gibt es bekanntlich keine Methode, das experimentell herbeizuführen, allein schon deswegen nicht, weil alle heutzutage lebenden Individuen einen langen spezialisierenden Entwicklungsgang durchgemacht haben und wir keine kennen, die noch heutzutage auf jenem theoretisch vorausgesetzten primitiven Zustand absoluter Variationsfähigkeit sich befinden.

Wenn die hier vorgetragene Anschauung von der primären Variabilität richtig ist, d. h. wenn es richtig ist, dass Variabilität in die Erscheinung tritt, wenn eine oder alle Bedingungen für die Konstanz aufgehoben werden, so muss sich dasselbe zeigen bei allen Verhältnissen, unter denen bisher Variabilität beobachtet wurde. Dahin gehören auch die angeblichen Erfahrungen, dass die Variabilität durch Kreuzung gesteigert wird. Ich habe schon in dem vorigen Kapitel dieses Thema behandelt, und in Wirklichkeit bin ich der Ansicht, dass die gesteigerte Variabilität bei Kreuzungen nur eine scheinbare ist, dass in der Tat dabei etwas Neues nicht in die Erscheinung tritt, sondern dass nur die offenbaren oder latenten Eigenschaften der Eltern sich in verschiedener Weise bei den Hybriden kombinieren müssen. Etwas Neues kann unmöglich im Falle einer Kreuzung auftreten, und man wüsste auch nicht anzugeben, wo das Neue herkommen sollte. Mir scheint also die Variabilität bei Kreuzungen wesentlich das darzustellen, was Weismann mit seiner Amphimixis ausdrücken wollte. Denn es ist ganz klar, dass die Möglichkeit der Kombination erblicher Eigenschaften in den Nachkommen eine viel grössere ist, wenn die Eltern möglichst verschieden voneinander waren, so dass die Summe

Digitized by Google

der Eigenschaften eine grössere ist, als wenn die Eltern einander möglichst gleichen und daher viele Eigenschaften der Eltern identisch sind, also eine geringere Zahl von Eigenschaften miteinander in Verbindung treten kann. Ganz besonders aber kommt es auf die variablen Eigenschaften der Eltern an. Wenn das eine Elter eine Anzahl von variablen Eigenschaften besitzt und das andere Elter eine Anzahl anderer variabler Eigenschaften, so kann der Nachkomme die Summe dieser variablen Eigenschaften besitzen, sie in verschiedener Weise ausbilden und kombinieren und dadurch den Schein einer gesteigerten Variabilität darbieten. Umgekehrt zeigt sich ja auch, dass bei Inzucht, d. h. bei einer geschlechtlichen Vermischung möglichst gleichartiger Individuen, die einseitige Spezialisierung gewisser erblicher Eigenschaften auf die Spitze getrieben wird, und dass gerade dadurch eine möglichst geringe Variabilität in bezug auf diese erblichen Eigenschaften geschaffen wird. Die Tierzüchter verwenden deshalb, um irgend eine von ihnen gewünschte Form besonders zu erhalten und zum Ausdruck zu bringen, möglichst nahe verwandte Tiere, die mit solchen konstanten Eigenschaften behaftet sind. Die Inzucht würde also in ganz ausgezeichneter Weise zur Konstanz der Individuen führen, wenn sie nicht nebenbei eine Schädigung der Rasse mit sich brächte, die das allmähliche Aussterben bewirkt. Darüber sind, soweit ich übersehe, alle einig, und ich finde dasselbe auch in ganz allgemeiner Form angegeben bei Przibram[1]), dass die Inzucht unter Erhaltung der Gleichförmigkeit der Rassen zu degenerativen Erscheinungen führt (Abnahme der Fruchtbarkeit, erbliche Krankheiten, Albinismus usw.).

Es gibt gewisse Pflanzen, die durch Inzucht grösser und kräftiger werden als durch Kreuzzucht, und zwar tritt diese Erscheinung bei manchen Pflanzen erst nach mehreren Generationen auf. Dieselben haben auch einen grösseren Samen. Manche derselben gewinnen dadurch die Eigenschaft, für die Kreuzzucht ungeeignet zu werden, dass die Befruchtung schon vor dem Aufspringen der Blüte stattfindet. Das ist z. B. bei unserer Erbse, Pisum sativum, der Fall, während andere Schmetterlingsblütler,

1) Experimentelle Morphologie der Tiere. Leipzig 1904.

Digitized by Google

z. B. der Klee, auf die Kreuzbefruchtung angewiesen sind. Darüber hat Darwin (über Kreuz- und Selbstbefruchtung) schon Versuche angestellt. Wie jedoch der Tabak zeigt, sind die grösseren und kräftigen Pflanzen, die durch Selbstbefruchtung entstanden sind, nicht immer die besten. Sie zeichnen sich durch eine Ungleichmässigkeit in der Qualität aus, während die durch Kreuzbefruchtung die für den Gebrauch notwendige Gleichmässigkeit besitzen.

Die Beobachtung der gesteigerten Variabilität bei Mischlingen widerspricht also in keiner Weise der Auffassung von der primären Variabilität der lebenden Substanz, sondern bildet eine weitere Stütze für dieselbe.

Es ist von jeher ein besonders grosser Wert darauf gelegt worden, dass zur Entstehung von Varietäten ein grosser Verbreitungsbezirk und eine grosse Zahl von Individuen notwendig sei. Man hat die weite Verbreitung einer Art und die Anhäufung der einzelnen Individuen derselben geradezu als eine Ursache der Variabilität betrachtet. Auch Darwin speziell legte den allergrössten Wert darauf, und es stimmt diese Beobachtung vollständig mit der hier vorgetragenen Ansicht überein. Denn wenn zahlreiche Individuen vorhanden sind von einer Art, so ist natürlich die Möglichkeit, dass sich eine Anzahl derselben unter anderen Bedingungen befinde als die übrigen, eine grössere, als wenn nur wenige Individuen existieren. Da sich eine grosse Anzahl von Individuen auch über einen grösseren Raum ausdehnen muss, so haben diese variierten Formen mehr Gelegenheit, sich zu isolieren, wodurch dann eine neue Ursache für die Konstanz einer neuen Form geschaffen ist. Sie haben aber auch durch ihre räumliche Verbreitung Gelegenheit, wiederum in andere Bedingungen zu gelangen und so ihre natürliche Variabilität weiter zu dokumentieren. Die grosse Zahl der Individuen und die Ausdehnung des Verbreitungsbezirkes steigert also nicht die Variabilität als solche, sondern sie bewirkt nur das Hervortreten derselben durch Aufhebung der Bedingungen für die Konstanz.

Von den in dem vorigen Kapitel angeführten Momenten wären dann folgende zu betrachten:

Die Veränderung des Klimas ist vielfach als eine Ursache der Variation beschuldigt worden und zwar an der Hand von Beispielen, die zeigten, dass durch Gewöhnung an ein anderes Klima

Digitized by Google

Veränderungen in den Artcharakteren auftreten, und dass bei klimatischen Aenderungen in geologischen Perioden eine ganz neue Fauna in die Erscheinung trat. Auf die Schwierigkeit, zu definieren, was man unter Klima zu verstehen hat, wurde schon in dem vorigen Kapitel näher eingegangen. Im übrigen aber ist es ganz klar, dass die Veränderung des Klimas nichts anderes bedeutet als die Veränderung der äusseren Bedingungen, d. h. als die Aufhebung der Bedingungen für die Konstanz, und das Gleiche gilt von der Veränderung der Ernährung.

Auch der Konkurrenzkampf ist als ursächliches Moment für die Erzeugung von Variationen, eventuell neuer Arten angeführt worden. Ich stimme darin mit Rolph überein, dass der Konkurrenzkampf als solcher nicht geeignet ist, fördernd nach irgend einer Richtung zu wirken, so lange er nicht einfach als Selektionsprinzip dient. Er ist weder imstande, die Konstanz aufzuheben, noch, wie das im vorigen Kapitel gezeigt wurde, direkt eine Variabilität zu erzeugen. Er kann nichts anderes tun, als die weniger günstig gestalteten Individuen, Variationen oder Arten, die sich aus anderen Gründen entwickeln, auszuschalten. Der Konkurrenzkampf befördert also die Konstanz und nicht die Variabilität.

Das Gleiche gilt von der Isolation. Wenn diese mit Recht als ein wesentliches Moment für die Erzeugung distinkter Arten angeführt wurde, so kann das nur in dem Sinne zugegeben werden, dass die Isolation die Vermischung mit nahe verwandten, aber doch andersartigen, variierten Formen verhindert, dadurch die Form befestigt und so eine Konstanz derselben herbeiführt. Auch die Isolation ist also nicht eine Bedingung für die Variabilität oder für die Aufhebung der Konstanz, sondern gerade für das Gegenteil. Sie grenzt die Arten schärfer gegen die übrigen ab, aber erzeugt keine neuen Arten.

Was endlich den Atavismus betrifft, so brauche ich nach den Besprechungen in dem vorigen Kapitel hier nicht näher darauf einzugehen. Es ergibt sich daraus ohne weiteres, dass aus den wenigen Erscheinungen, die man als atavistische auffassen könnte, sich ein Schluss auf ihre Bedeutung für die Variabilität überhaupt nicht ziehen lässt, dass die atavistischen Erscheinungen weder etwas mit der Variabilität, noch mit der Konstanz, noch überhaupt mit der Entstehung neuer Arten zu tun haben.

Digitized by Google

Aus den bisherigen Betrachtungen ging hervor, dass die primäre Variabilität zu den Grundeigenschaften der lebenden Substanz gehört, dass aber diese Variabilität nicht eine unendliche ist, sondern dass ihr gewisse physikalische Hindernisse entgegenstehen. Es lässt sich aber weiter zeigen, dass auch innerhalb dieser physikalischen Grenzen die lebende Substanz heute nicht mehr eine unerschöpfliche Variabilität besitzt. Man könnte nur darüber streiten, ob eine solche innerhalb der physikalischen Grenzen unbeschränkte Variabilität ursprünglich der lebenden Substanz eigen war oder nicht. Dass das sehr wohl möglich war, geht aus den Betrachtungen hervor, die uns zeigen, dass mit zunehmender Differenzierung die Variabilität abnimmt.

Es ist besonders das Verdienst D. Rosas[1]), diese Tatsache ausführlich dargestellt und mit Beweisen belegt zu haben. Den Hauptbeweis für diese Anschauung entnimmt er aus dem Aussterben der Tiere, und man wird ihm unbedingt in diesem Gedankengang folgen können und seine Beweisführung anerkennen. Einige Differenzen, die zwischen meiner Betrachtungsweise und der Rosas bestehen, wurden schon im 2. Kapitel hervorgehoben, auf andere werde ich später noch eingehen. Die wesentlichste aber muss ich hier besprechen, die darin besteht, dass ich von einer primären Variabilität der lebenden Substanz ausgehe, während Rosa die Variabilität seinem Gesetze der verminderten Variationsfähigkeit folgen lässt, für das er wieder nach anderen Ursachen sucht. Er sagt auf S. 57: „Die phylogenetische Entwicklung der Organismen wird durch das Gesetz der progressiv verminderten Variabilität beherrscht, das selbst wieder von unbekannten Ursachen abhängig ist.“ Einen gleichen Gedankengang verfolgt er einige Seiten früher[2]), wo er sagt: „Meiner Ansicht nach befinden wir uns in vollem Rechte, wenn wir behaupten, dass die phylogenetische Entwicklung der Zellen, die auf einer fortgesetzten physiologischen Arbeitsteilung und auf der Mitwirkung der morphologischen Differenzierung beruht, notwendig dem Gesetze der fortschreitenden, verminderten Variabilität unterstellt ist.“ Durch diese Art der Schlussfolgerung

1) Progressive Reduktion der Variabilität. Jena 1903.
2) e. d. S. 50.

Digitized by Google

führt Rosa diese von ihm als Gesetz bezeichnete Tatsache als eine selbständig wirkende Kraft ein. In Wirklichkeit ist das, was er als Gesetz bezeichnet, eine deduzierte Folgerung der tatsächlichen Beobachtungen, und es fragt sich, ob aus dem Begriff der primären Variabilität heraus sich die Eigenschaft der Abnahme der Variabilität durch die Differenzierung erklären lässt. Wäre das nicht der Fall, so müsste die Annahme einer primären Variabilität unrichtig sein. In Wirklichkeit lässt sich aber zeigen, dass dadurch, dass die lebende Substanz infolge ihrer Variabilität verschiedene Formen annimmt, die Variabilität verbraucht wird, in gleicher Weise, wie eine Kraft verbraucht wird, die umgesetzt wird in Wärme, in Licht, in Elektrizität usw.

Die Differenzierung beruht in einer Arbeitsteilung. Wenn wir also von einer undifferenzierten lebenden Substanz ausgehen, die mit unbegrenzter Variationsfähigkeit behaftet war, so muss diese potentiell alle Eigenschaften enthalten haben, die an den später sich entwickelnden Lebewesen tatsächlich hervorgetreten sind. Denn es ist unmöglich, dass diese Eigenschaften, die später als besondere Differenzierung auftreten, z. B. die ungeheure Grösse gewisser Saurier, die grossen Eckzähne des Machairodus, die stark nach vorn verschobenen Stirnzapfen des Titanotheriums, die genaueste Anpassung an andere Tiere und Pflanzen usw. von irgendwoher von aussen hinzukamen. Die Entwicklung spezifischer Eigenschaften kann nur durch Aufteilung der latent inhärenten Eigenschaften der Ursubstanz entstanden sein. Man muss sich vorstellen, dass diese Eigenschaften sich gegenseitig das Gleichgewicht hielten und dass durch Zurücktreten oder Verschwinden einzelner Eigenschaften die andern in den Vordergrund gedrängt wurden. Das Verschwinden einzelner Eigenschaften ist also ein zweites Moment, das zur Differenzierung führt und das sich in grober Weise dokumentiert durch das phylogenetische Verschwinden einzelner Organe. Jede dieser resultierenden Eigenschaften ist dann also nicht mehr imstande, das zu produzieren, was früher die Gesamtheit leisten konnte, d. h. die Lebewesen sind nach phylogenetischer Entwicklung aus der Ursubstanz weniger variabel als diese selbst. Rosa, der einen fast gleichen Gedankengang entwickelt, macht in präziser Weise darauf aufmerksam, was hier

Digitized by Google

unter der Variabilität zu verstehen ist, denn er sagt auf S. 23: „Damit soll nicht gesagt sein, dass sie weniger leicht variierten: denn sogar infolge der Zunahme ihrer Komplikation mussten die sichtbaren Variationen, die sie hervorbringen konnten, wenigstens bis zu einem gewissen Punkte zahlreicher werden. Wohl aber soll ausdrücklich bemerkt werden, dass diese Variationen immer mehr an Umfang einbüssten und so allmählich eine immer geringere Bedeutung erlangten, so dass die Annahme wohl berechtigt ist, dass sie trotz weiter fortschreitender Entwicklung niemals zu Formen hätten führen können, die untereinander so fundamentale Unterschiede aufgewiesen hätten wie jene, die aus niedriger stehenden Gestalten hervorgegangen sind." Was also Rosa schlechtweg als Variabilität bezeichnet, bedeutet auf der einen Seite eine Verminderung der Amplitude der Variabilität, auf der anderen Seite aber noch etwas anderes, nämlich eine Verminderung der Zahl der Richtungen, in der sich die Variabilität bewegen kann. Auch das bringt Rosa zum Ausdruck auf S. 67, wo er über die individuellen Variationen spricht, von denen er im Anschluss an Fritz Müller sagt, dass sie um einen Punkt herumschwingen, dessen Bewegung die Bahn zu einer wirklichen phylogenetischen Entwicklung darstellt. Wenn man nicht bloss die zunehmende Differenzierung betrachtet, sondern auch den Umstand, dass mit der Differenzierung gewisse Eigenschaften scheinbar verloren gehen, was sich in der Rückbildung einzelner Organe äussert, so kann man das Bild des Schwingens um einen Punkt auch für die phylogenetischen Variationen beibehalten. Man würde dann sagen können, die phylogenetischen Variationen schwingen um einen Punkt herum nach allen Richtungen hin, sie werden aber polarisiert durch die Differenzierung und durch den damit verknüpften Verlust von Eigenschaften. Sie sind dann nur noch imstande, nach bestimmten Richtungen zu schwingen, die mit zunehmender Differenzierung an Zahl abnehmen. Rosa unterscheidet nämlich zwischen phylogenetischen Variationen, die Scott[1]) Mutationen nennt, und nicht phylogenetischen Variationen, die er als Darwinsche Variationen bezeichnen möchte und die Scott indi-

1) Variations and mutations. Americ. Journ. of Science. 1884. Bd. 48.

Digitized by Google

viduelle Variationen nennt. Es wurde schon in dem 3. Kapitel darauf aufmerksam gemacht, dass dieser Unterschied nicht durchweg anerkannt werden kann.

Wir sehen nun tatsächlich das Gleiche bei der Entwicklung der einzelnen Metazoen aus der Eizelle. Auch hier entsteht die Differenzierung durch Arbeitsteilung unter Verlust gewisser Eigenschaften, so dass die speziellen Fähigkeiten der Zelle in den Vordergrund gedrängt werden. Auch hierbei sehen wir, dass ein Rückschlag zu der weniger differenzierten embryonalen Form nicht möglich ist. Es ist zwar vielfach in den Lehrbüchern von einer solchen embryonalen Umwandlung gesprochen, z. B. bei der Entzündung der Geschwulstbildung und der Regeneration. Schon Virchow hat sich gegen diese Anschauung energisch gewendet und hat den Nachweis geführt, dass man junge Zellen, d. h. solche, die eben aus einer Zellteilung hervorgegangen sind, nicht mit embryonalen Zellen verwechseln darf.

Von verschiedenen Autoren ist angegeben worden, dass bei der Regeneration einiger niederer Tiere, z. B. des Lumbriculus, Lumbricus, Planarien, Turbellarien u. a., sich an der Regenerationsstelle indifferente Zellen anhäufen, aus denen dann die einzelnen differenzierten Körperabschnitte sich neu bilden. Es kann hier nicht auf diese komplizierten Verhältnisse näher eingegangen werden, sondern es soll nur bemerkt werden, dass es sich auch hierbei nicht um das Wiederauftreten embryonaler Zellen handelt, sondern nur der Form nach indifferenter Zellen. Die Autoren führen ausdrücklich an, dass die Regeneration hier nicht in der Weise verläuft, wie die Bildung der gleichen Organe bei der embryonalen Entwicklung. Daraus allein geht schon hervor, dass die scheinbar indifferenten Zellen, die die Matrix für die Neubildung abgeben, nicht embryonal gewordene Körperzellen sein können.

Man hat ganz besonders bei der Geschwulstbildung und später bei der Entwicklung bösartiger Geschwülste die Behauptung aufgestellt, dass die Zellen dadurch, dass sie embryonal wurden, die Eigenschaften annehmen könnten, die die Zellen bösartiger Geschwülste besitzen. In meinen „Zellstudien“[1]) habe ich mich be-

1) Berlin 1893.

Digitized by Google

müht, zu zeigen, dass auch diese Anschauung unrichtig ist, und dass dasjenige, was ich als Anaplasie der Zellen bezeichnet habe, zwar eine Entdifferenzierung bedeutet, aber nicht eine Rückkehr zu embryonalen Eigenschaften. Wollte man das mit phylogenetischen Erscheinungen vergleichen, so könnte man viel eher auf die neotenischen Formen exemplifizieren und, wenn man will, diese Geschwulstzellen neotenische nennen. Aber nie und nimmer sind es embryonale Zellen. Auch die neotenischen Formen sind, wie Rosa ganz richtig bemerkt[1]), „weniger differenziert, aber sie haben auf keinen Fall die Breite der Variabilität, die phylogenetische Kraft wiedergewonnen, die den ursprünglich indifferenten Formen eigentümlich sind.“ Neuerdings ist von Grawitz[2]) behauptet worden, dass bei der Leukämie das Blut embryonale Gestalt annimmt. Grawitz geht von der irrtümlichen Auffassung aus, dass das Blut, wie es auch früher schon vielfach ausgedrückt worden ist, ein Gewebe mit flüssiger Interzellularsubstanz sei. Das ist nicht der Fall, denn das Blut ist das Produkt des Stoffwechsels sämtlicher Zellen des Körpers, also überhaupt nicht etwas selbständig Existierendes, sondern eine Resultante, die viel eher einem Sekret zu vergleichen ist, als einem Gewebe. Der Vergleich des leukämischen Blutes mit embryonalem Blut kann also nur ein rein morphologischer Vergleich sein, der mit den physiologischen Verhältnissen in keiner Weise in Beziehung steht.

Ich bin also tatsächlich der Ansicht, dass sich die Vorgänge bei der Ontogenese mit denjenigen der Phylogenese auch in diesem Punkte vergleichen lassen, und dass das biogenetische Grundgesetz auch in dieser Richtung seine Bedeutung beibehält. Rosa sagt S. 87: „Daher besteht zwischen der phylogenetischen und ontogenetischen Entwicklung der fundamentale Unterschied, dass sich während der ersteren das Idioplasma langsam ausbildet und auf diese Weise die Umbildung der Arten hervorruft, während es im Verlaufe der letzteren seinen spezifischen Charakter unverändert beibehält.“ Dieser fundamentale Unterschied ist zweifellos anzuerkennen, aber er spielt für die hier angestellten Betrachtungen

1) S. 73. l. c.

2) Vortr. in d. Berlin. med. Gesellsch. vom 20. Mai 1908.

Digitized by Google

keine Rolle, denn die Ontogenese geht aus von dem bereits in bestimmter Richtung differenzierten Keimplasma, während die Phylogenese ausgeht von der nur gewissen physikalischen Gesetzen folgenden, im übrigen aber unbegrenzt variabelen lebenden Substanz.

Man käme also zu dem Resultat, dass die phylogenetische Entwicklung der Organismen nicht, wie Rosa sagt, durch das Gesetz der progressiv verminderten Variabilität beherrscht wird, sondern dass sich dieses Gesetz aus der Art der Entwicklung ableiten lässt, und dass dieses Gesetz nicht wieder abhängig ist von unbekannten Ursachen, sondern zurückzuführen ist auf die von der primären Variabilität ermöglichte und durch den Verlust einzelner Eigenschaften gefestigte Differenzierung.

Auch in anderer Beziehung hat das biogenetische Grundgesetz seine Giltigkeit, nämlich in bezug auf den Grad der Differenzierung. Der Verlust der Variabilität ist in einzelnen phylogenetischen Stämmen früher zustande gekommen als in anderen, und es hat zu allen Zeiten gleichzeitig Lebewesen gegeben, die mehr und weniger differenziert waren. Die höher differenzierten sind ausgestorben, die weniger differenzierten haben weitere phylogenetische Entwicklungen durchgemacht. Manche Differenzierungen sind bis auf die heutige Zeit so konstant geworden, dass eine Variation derselben zu den grössten Seltenheiten gehört, so z. B. die Fünfstrahligkeit der Extremitäten und die Siebenzahl der Halswirbel bei den Säugetieren. Bei allen denjenigen Tieren, die die Fünfstrahligkeit einmal erworben haben, kommen Abweichungen nur als Missbildungen vor. Wenn diese vielfach als atavistische aufgefasst worden sind, so kann ich mich, wie früher schon auseinandergesetzt wurde, einer solchen Anschauung nicht anschliessen. Die Zahl sieben der Halswirbel ist so konstant, dass es davon nur zwei Ausnahmen gibt, nämlich bei der Sirene Manatus, die deren sechs hat, und dem Edentaten Bradipus, der deren neun besitzt. Daneben aber finden sich bei denselben Tieren andere Organe, die in ihrer Zahl variieren. Man könnte beim Menschen geradezu eine Reihe aufstellen von solchen Organen, an deren einem Ende die Konstanz, an deren anderem Ende die grösste Variabilität der Zahl vorhanden ist. So befinden sich die Lymphdrüsen und die

Digitized by Google

Venen in einem direkten Gegensatz zu einer solchen Konstanz. Sie sind nach Ort und Zahl ihrer Entwicklung ausserordentlich variabel. Danach würden sich in der Reihe solche Organe anschliessen, die zwar dem Orte nach, aber nicht der Zahl nach konstant sind, z. B. die Milz, die zwar stets an derselben Stelle gelegen ist, aber häufig Nebenmilzen bildet, die Nebennieren und das Pankreas, von denen versprengte Teile überaus häufig vorkommen. Die Nieren sind in der Regel in der Zweizahl vorhanden, doch gibt es auch überzählige Bildungen, die zu Verdoppelung des Nierenbeckens und der Ureteren, auch zu Vermehrung der Substanz führen, so dass überzählige Nieren, Verwachsung der Nieren am unteren Pol, Hufeisenniere und andere Variationen mehr vorkommen, die nicht eigentlich Missbildungen sind, weil sie das Leben und die Gesundheit in keiner Weise stören. Für die übrigen Säugetiere gilt in dieser Beziehung dasselbe wie für den Menschen.

Wir sehen, dass aus der Eizelle, die der Art nach differenziert ist, aber im übrigen potentiell alle Eigenschaften der sich daraus entwickelnden Körperzellen enthält, die verschieden differenzierten Körperzellen hervorgehen. Mit der Erlangung dieser Differenzierung verlieren die Körperzellen an Variationsfähigkeit und an Amplitude der prospektiven Potenz. Beim Menschen ist das wenig differenzierte Bindegewebe in seiner Erscheinung ausserordentlich variabel und schliesst sich überall in Form und Lage den jeweiligen durch normale oder pathologische Umstände hervorgerufenen Bedingungen an. Es kann sogar echte Metaplasien bilden in engen Grenzen. Höher differenziert ist schon das Knorpelgewebe, das in seiner histologischen Gestalt eine grosse Konstanz aufweist, sich aber überall dort entwickelt, wo das Bedürfnis vorliegt, gleitende Flächen zu überkleiden, so z. B. an der Oberfläche von Exostosen und Pseudarthrosen. In gleicher Weise verhält sich auch das Knochengewebe, das die Fähigkeit beibehalten hat, sich veränderten statischen Verhältnissen anzupassen und dadurch seine Architektur zu verändern. Die höher differenzierten epithelialen Gebilde weisen eine viel grössere Konstanz auf, so dass z. B. die Drüsenzellen so konstant in ihrer Form sind, dass man, wie Flemming ganz richtig betont hat, fast jeder einzelnen Drüsenzelle ihre Herkunft ansehen kann. Noch höher differenziert ist die gestreifte Musku-

Digitized by Google

latur und am höchsten die Ganglienzellen, die in den verschiedenen Gehirnpartien ihrer verschiedenen Funktion entsprechend ganz bestimmte Form besitzen. Hand in Hand damit geht die Regenerationsfähigkeit, von der früher schon die Rede war. Es wurde dort die Tatsache ausdrücklich festgestellt, dass die am wenigsten differenzierten Zellen die grösste Regenerationsfähigkeit besitzen, und umgekehrt die am höchsten differenzierten die geringste Regenerationsfähigkeit. Ja diese Erscheinung ist so konstant, wie dort erwähnt wurde, dass man aus dem Grade der Regenerationsfähigkeit auf den Grad der Differenzierung schliessen kann. Die ausserordentliche Verschiedenheit der Regenerationsfähigkeit deutet also auf den verschiedenen Grad der Differenzierung bei der ontogenetischen Entwicklung und zeigt uns die Uebereinstimmung zwischen dem Vorgang bei der Ontogenese und der Phylogenese. Die Variationsfähigkeit eines Organs hängt nun wesentlich von zwei Umständen ab, einmal von der Bedeutung desselben für das Individuum und zweitens von der Differenzierung und Form des Gewebes, und man muss hier wohl unterscheiden zwischen der Variationsfähigkeit des Gewebes und der Variabilität der groben Form des Organs. Das eine kann genau differenziert sein, das andere nicht. Wir sehen z. B., dass die Leberzellen in ihrer Funktion genau immer dasselbe leisten, also hoch spezialisiert sind, ebenso in ihrer Form. Die grobe Form der Leber aber ist für die Existenz des Individuums ganz gleichgiltig und kann deshalb weitgehend variieren, so dass überzählige Lappenbildung und verschiedene andere Formveränderungen zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehören. Noch mehr tritt uns dieser Kontrast beim Gehirn entgegen. Während, wie eben schon angeführt, die Ganglienzellen für jeden Teil des Gehirns genau spezialisiert sind, so ist die grobe Form desselben so verschieden, dass es nicht zwei Menschen gibt, die den genau gleichen Verlauf der Gyri besitzen.

Die am wenigsten differenzierten Zellen bei einem Metazoon sind aber auch nicht unbeschränkt variabel, sondern nur innerhalb der durch die Entwicklung aus der Eizelle festgesteckten Grenze. Sie haben also durch diese Entwicklung an Variabilität eingebüsst, wie sich aus den umfangreichen Untersuchungen über die Regenerationsfähigkeit bei den verschiedenen Tierarten und Gattungen

Digitized by Google

ergibt. In gleicher Weise wäre es auch unrichtig, anzunehmen, dass die niedrigsten Lebewesen, die heute noch existieren, die unbeschränkte Variabilität der Ursubstanz aufweisen müssten. Das ist aus dem Grunde nicht der Fall, weil auch diese einfachsten einzelligen Wesen eine Differenzierung durchgemacht haben, die sich von derjenigen der Metazoen und Metaphyten dadurch unterscheidet, dass die Arbeitsteilung nicht mit Zellteilung verbunden war. Man wird also auch von den heute lebenden einzelligen Wesen nicht mehr die weitgehende Variationsfähigkeit erwarten können, die an der Ursubstanz vorausgesetzt werden muss.

Digitized by Google

6. Kapitel.

Altruismus.

Herbert Spencer[1]) hat seinerzeit das Wort Altruismus für die gegenseitigen Beziehungen verschiedener Individuen in einem Staate erfunden. Es sollte damit ausgedrückt werden, dass jedes Individuum die Verpflichtung hat, für die übrigen gewisse Leistungen zu übernehmen und dafür auch von diesen seinerseits Leistungen zu empfangen. Der zweite Teil dieses Satzes ist für die Definition des Altruismus von Bedeutung, denn der Altruismus darf nicht im Gegensatz zum Egoismus stehen. Er soll nicht ein Aufgehen der eigenen Persönlichkeit in die andere bedeuten, sondern es soll dafür auch für die eigene Persönlichkeit ein gewisser Nutzen herauskommen. Echter Altruismus opfert sich nicht allein für die andern auf, er verlangt auch von den andern etwas für sich. Ein Mann, der z. B. eine grosse Erfindung gemacht, die andern zugute kommt, kann dafür verlangen, dass er selbst von diesen andern in entsprechendem Masse unterhalten wird.

Dieser Begriff des Altruismus wurde später von Rolph[2]) in die Biologie eingeführt, aber bei der eigentümlichen Richtung, die dieser leider in so jungen Jahren verstorbene geniale Forscher vertrat, wurde das Wort auch nur in dieser ganz besonderen Richtung verwendet. Ich selbst habe dann im Jahre 1893 den Begriff weiter ausgebildet, um damit die gegenseitigen Beziehungen der Organe und Zellarten im Organismus auszudrücken[3]). Auch hier sollte

1) Data of ethics. p. 219.

2) Biologische Probleme. 2. Aufl. 1884.

3) Studien über den Altruismus, die Spezifizität und die Anaplasie der Zellen. Berlin 1893.

Digitized by Google

zum Ausdruck gebracht werden, dass jede Zellart, d. h. also auch jedes in sich abgeschlossene Organ für alle übrigen Zellarten eine gewisse Leistung vollbringt und dafür gleichzeitig von allen übrigen Zellarten des Körpers Gegenleistungen erwarten kann.

Was nun aber die Sache selbst betrifft, so ist sie eigentlich schon uralt und nur von jeher mit allen möglichen verwandten Begriffen und Erscheinungen zusammengeworfen worden, so dass bis in die neuste Zeit hinein dasjenige, was der Altruismus in meinem Sinne Besonderes an sich hat, meistens verwischt wurde. In Wirklichkeit geht die Idee der Abhängigkeit der einzelnen Teile der Lebewesen schon auf Aristoteles zurück, der auf Grund der Erkenntnis, dass jeder Teil eines Lebewesens ein Werkzeug sei, das dem Ganzen diene, jeden einzelnen Teil des Körpers als Organon bezeichnete. Aber erst in der Neuzeit tritt das Verständnis für altruistische Beziehungen deutlich hervor. Der eigentliche Entdecker des Gesetzes der Korrelation war Cuvier, und dieses ermöglichte ihn, in manchen Fällen aus einigen wenigen fossilen Knochen ganze Skelette zu rekonstruieren, die sich bei späteren Befunden vollständiger Skelette öfters bestätigten. An zahlreichen Stellen der „Abstammung des Menschen“ und der „Entstehung der Arten“ beschäftigt sich Darwin mit diesen Beziehungen der einzelnen Organe zueinander, und er spricht dann, wie es auch bis jetzt meist üblich geblieben ist, von Korrelation der Organe. Auch erkennt Darwin[1]) schon an, dass es korrelative Variationen gibt und dass, wenn von zwei in Korrelation stehenden Organen das eine sich ändert, notwendigerweise auch das andere eine Aenderung erfahren muss. Diese Idee Darwins, die sich nachher auch bei Haeckel, Eimer, Kassowitz, Klebs, Pfeffer, Plate u. a. wiederfindet und von allen als Korrelation bezeichnet wird, ist wohl am schärfsten von Haacke[2]) ausgesprochen worden. Es geht aus den Angaben Haackes ganz deutlich hervor, dass er dasjenige, was ich als Altruismus bezeichnet habe, vollkommen anerkennt, dass er aber diesen Zustand, den er ebenfalls mit Korrelation bezeichnet, mit anderen Dingen vermischt und dadurch auch

1) Abstammung des Menschen. Bd. I.
2) Gestaltung und Vererbung. Leipzig 1893.

Digitized by Google

in seinen Schlussfolgerungen zu unrichtigen Anschauungen geführt wird. Er schreibt z. B.: „Wir können mit vollkommner Sicherheit behaupten, dass zwei Tiere, die in bezug auf eine einzige Zelle voneinander abweichen, es auch in allen anderen tun“, womit er anerkennt, dass nicht nur eine funktionelle, sondern auch eine formale Abhängigkeit zwischen den einzelnen Teilen des Körpers besteht. Weiter gehört hierher, was er S. 37 sagt: „Alle einzelnen Behauptungen und Beispiele von de Vries, die das autonome Variieren der Organe beweisen wollen, sind ohne Ausnahme unhaltbar. Die langgrifflige und kurzgrifflige Form der Primel und die drei verschiedenen Blütenformen bei Flachsarten zeigen, dass hier Korrelation und keine Autonomie der Organe besteht“. „Wo man die reifen Beeren unterscheiden kann, wird man in allen Fällen noch wohl unterschiedene Blätter finden“ und S. 39: „Es gilt der Satz, eine mit allen, und alle mit einer, und ich glaube, auch de Vries wird sich zu diesem Satze bekehren lassen“. Daran knüpft er dann aber die Anschauung, dass sich das nicht mit einer präformistischen Vererbungstheorie vertrage, während ich gerade zu einer entgegengesetzten Anschauung komme und zwar auf Grund einer schärferen Fassung des Begriffes der Korrelation und des Altruismus. Dagegen stimme ich vollkommen mit Haacke überein, wenn er S. 40 sagt: „Es lassen sich zahlreiche Beispiele für Korrelation anführen, und es ist das der Beweis dafür, dass Korrelation alles und jedes Geschehen in der organischen Welt beherrscht. Korrelation ist auch zwischen der rechten und linken Körperhälfte, und dasselbe gilt von den gleichwertigen Stücken strahlenförmiger Tiere“. Doch wird man auch hier das von Haacke gebrauchte Wort Korrelation für eine Anzahl von Fällen durch Altruismus ersetzen müssen. Bei einer anderen Gelegenheit hat auch Virchow[1]) schon vor langen Jahren einen in der hier in Betracht kommenden Beziehung wichtigen Satz ausgesprochen. Er schreibt nämlich dort: „Eine wirkliche Einheit des Organismus ist nur im Ei und im Bewusstsein vorhanden. Im übrigen ist sie mehr oder weniger eine Abstraktion, hervorgegangen aus der falschen Deutung von der Individualität der höheren erwachsenen

1) Virchows Arch. Bd. 13. S. 12.

Digitized by Google

Organismen. Diese beruht aber gerade auf einem föderalen Verhältnis der einzelnen Teile, welche aufeinander angewiesen sind und sich auf die Dauer isoliert nicht zu erhalten vermögen.“ Wenn Plate[1]) sagt: „Die Zuchtwahl ist imstande, gleichzeitig mehrere Anpassungen bei derselben Art zu züchten, so möchte ich noch weiter gehen und behaupten: sie ist nicht nur imstande dazu, sondern sie muss es. Sie kann garnicht eine Anpassung allein züchten.

Darwin[2]) spricht an anderer Stelle von der Wechselbeziehung der Bedingungen und fügt hinzu: „Ich will mit diesem Ausdrucke sagen, dass die ganze Organisation der natürlichen Wesen so unter sich verkettet ist, dass, wenn während der Entwicklung und des Wachstums des einen Teils eine geringe Abänderung erfolgt und von der natürlichen Züchtung gehäuft wird, auch andere Teile geändert werden müssen“. Mir scheint es manchmal, als wenn Darwin schon den Unterschied zwischen der Korrelation und dem, was ich Altruismus genannt habe, empfunden habe, doch finde ich das nirgends in seinen Werken klar zum Ausdruck gebracht. Spencer hat bewusst das Wort Koadaption, d. h. gleichmässiges Variieren verschiedener Körperteile gebraucht und Weismann[3]) bezeichnet dasselbe als harmonische Anpassung. Die Koadaption Spencers aber scheint mir nach seiner Definition mehr mit dem übereinzustimmen, was ich als Korrelation bezeichne im Gegensatz zum Altruismus und was also Korrelation im engeren Sinne sein würde. Uebrigens sind de Vries die ihm von Haacke entgegengehaltenen Bedenken später wohl schon selbst gekommen, denn er sagt in seiner „Mutationslehre“[4]): „Wissenschaftliche Versuche sollten sich wo möglich auf eine einzige Eigenschaft beschränken, aber die Gesetze der Korrelation erlauben nur selten, diese Vorschrift genau zu befolgen“. Es wäre dazu mit Haacke zu bemerken, dass eine solche Beschränkung überhaupt nicht möglich ist, weil jede Veränderung, die an einem Lebewesen durch äussere Einflüsse an irgend einer Stelle hervorgebracht wird, notwendiger-

1) Selektionsprinzip. 1903.
2) Entstehung der Arten. S. 170.
3) Vorlesungen über Deszendenztheorie. II. S. 95.
4) Bd. I. S. 85.

Digitized by Google

weise auch korrelative und altruistische Veränderungen hervorbringen muss. Schiefferdecker[1]) gebraucht für Korrelation und Altruismus den Ausdruck Symbiose, was schon aus dem Grunde unzweckmässig ist, weil dieser Ausdruck bereits anderweitig vergeben ist. Schiefferdecker hat aber auch wohl keine Kenntnis von der bereits darüber existierenden grossen Literatur gehabt.

Man sieht aus diesen Beispielen aus der Literatur, dass an der Existenz einer Beziehung zwischen den einzelnen Organen eines mehrzelligen Körpers nicht gezweifelt werden kann. Aber wenn man die einzelnen Fälle dieser Korrelation betrachtet, so sieht man sofort, dass sie ganz verschiedene Bedeutung haben, und zwar glaube ich, dass man mindestens drei Gruppen von solchen Beziehungen erkennen kann.

Die erste Gruppe ist diejenige, die besonders Darwin beschäftigte, wenn er zeigte, dass unmittelbar nebeneinander gelegene Teile des Körpers sich gegenseitig in ihrem Wachstum und in ihrer Form beeinflussen. So z. B. verändert sich die Nackenmuskulatur des Hirsches mit dem Vorhandensein und der Stärke des Geweihes. Es besteht also eine Korrelation zwischen dieser Nackenmuskulatur und der Geweihbildung, die wohl zweifellos im wesentlichen zurückzuführen ist auf dasjenige, was Roux in der funktionellen Periode entstehen lässt und was nicht notwendigerweise als erbliche Eigenschaft vorhanden zu sein braucht. Deswegen finden diese korrelativen Veränderungen auch keinen Abschluss mit dem Auswachsen des Körpers, sondern sie treten bei jeder Veränderung im späteren Leben wieder aufs neue in die Erscheinung. Wenn z. B. ein Herz bei einem Klappenfehler hypertrophisch wird, so bezieht sich die Vergrösserung nicht nur auf die Muskeln, sondern auch auf alle anderen Bestandteile, auf das Bindegewebe, auf die Gefässe und auf die Nerven. Wenn ein Mensch durch eifrige Körperübung seine willkürliche Muskulatur kräftigt, z. B. an den Armen, so nimmt nicht bloss die Muskelsubstanz als solche an Masse zu, sondern auch alle übrigen Teile, vor allen Dingen auch die Knochen, und man sieht ganz deutlich, wie zwischen den Knochen und der Muskulatur eine Korrelation

1) Sitzungsber. d. niederrheinisch. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. 1904.

Digitized by Google

besteht, während z. B. zwischen den Knochen und dem Fettgewebe eine solche nicht vorhanden ist. Denn wenn der Arm oder das Bein eines Individuums durch Fettleibigkeit an Umfang zunimmt, so partizipiert an dieser Vergrösserung der Knochen in keiner Weise. Die Folge davon kann sich in gewissen pathologischen Erscheinungen dokumentieren. So beobachtet man sehr häufig besonders bei sehr fettleibigen Frauen, dass dieselben an intensiven Kreuzschmerzen leiden, und diese sind zurückzuführen auf ein Hineinpressen der keilförmigen Kreuzbeinwirbel zwischen die Darmbeine des Beckens, so dass der Beckenring unter einem fortwährenden auseinanderdrängenden Druck sich befindet. Würde eine korrelative Beeinflussung zwischen Fettgewebe und Knochen bestehen, so würde eine Verstärkung des Knochensystems diese Mehrleistung kompensieren und diese dadurch ohne Schwierigkeit ertragen werden.

Diese Korrelationen haben also zweifellos eine Verwandtschaft mit dem, was man für manche Fälle auch Aktivitätshypertrophie nennt. Umgekehrt folgt nun auch einer Verkleinerung eines Teiles eine Verkleinerung der anderen unmittelbar mit ihm zusammenhängenden Bestandteile. Wird z. B. eine Extremität amputiert, so werden an dem Stumpf alle übrigen Teile schwächer, was durch Vergleich mit der anderen Seite unschwer festzustellen ist. Die Knochen nehmen an Umfang und an Härte ab, die Gefässe werden enger als auf der nicht amputierten Seite, selbst in der Haut finden entsprechende Veränderungen statt, indem dieselbe dünner wird, die Haarbälge und Talgfollikel kleiner werden. Ob auch die Degenerationserscheinungen, die an den Nerven sich abspielen, in einem solchen Falle als Korrelation aufgefasst werden dürfen, wäre noch durch besondere Untersuchung festzustellen. Wenn ein Herz infolge einer auszehrenden Krankheit oder im hohen Alter atrophisch wird, so ist es nicht bloss die Muskulatur, die sich verringert, sondern auch die bindegewebigen Bestandteile und die Gefässe folgen dieser Verkleinerung. Joachimsthal[1]) hat in einer besonderen Untersuchung über funktionelle Formveränderung an den Muskeln nachgewiesen, dass, wenn eine Knochenfraktur unter Ver-

1) Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. 50.

Digitized by Google

kürzung heilt, auch die Muskeln sich so weit verkürzen, dass sie wieder eine entsprechende Funktionsfähigkeit bekommen. Aus den Missbildungen des Menschen und der Tiere kann man eine grosse Menge von Beispielen für diese Form der Korrelation anführen. Man hat früher geglaubt, dass z. B. die Kleinheit des Gehirns bei Mikrocephalen durch die Kleinheit des Schädels bewirkt würde, oder auch umgekehrt, dass die Kleinheit des Schädels hervorgebracht würde durch die Kleinheit des Gehirns. Weder das eine noch das andere ist der Fall, sondern ein und dieselbe, uns allerdings unbekannte Ursache wirkt gleichzeitig auf Schädel und Gehirn, die vermöge ihrer nahen anatomischen Beziehung in einer engen Korrelation stehen. Auch die Gefässe eines solchen mikrocephalen Gehirns sind enger als die eines normalen, und es ist das nicht, wie Klebs seinerzeit glaubte, die Ursache für die Mikrocephalie. Eine wie grosse Rolle in der Diskussion die simultane korrelative Variation spielt, ergibt sich auch daraus, was Plate[1]) sagt. Und man ersieht aus alledem, dass es zwei Formen von Korrelationen gibt, die von Daniel Rosa als positive und negative bezeichnet wurden. Die eine bedingt die gleichzeitige Vergrösserung verschiedener zu einer Gruppe vereinigter Körperteile, die andere die gleichzeitige Verkleinerung. Das Charakteristische aller dieser korrelativen Erscheinungen ist, dass ihnen ganz offenbar etwas Zweckmässiges zugrunde liegt, d. h. dass sich die unmittelbar miteinander in Berührung stehenden Körperteile in Form, Grösse und Funktion einander je nach Bedürfnis anpassen, und es lässt sich das nicht bloss bei erworbenen Veränderungen am Einzelindividuum feststellen, sondern auch bei den verschiedenen Formen von Varietäten und Arten. Wir sehen z. B., dass bei schlank gebauten Tieren alles schlank ist, so z. B. bei der Giraffe, bei der nicht bloss der Hals ungewöhnlich lang ist, sondern auch die Beine, der Kopf und selbst die Zunge, und dass umgekehrt bei gedrungenen Tieren auch alle für diese Statur massgebenden Körperteile gedrungen ausfallen, wie z. B. beim Elefanten, bei dem der Schädel kurz und breit ist und ebenso der ganze Körper und die Beine. In Wirklichkeit tritt das am deutlichsten bei der Züchtung

1) Selektionsprinzip. 1903. S. 69ff.

Digitized by Google

von Rassen hervor. So sieht man z. B., dass bei den Möpsen, den Bulldoggen und ganz besonders bei den Toyspaniels das ganze Skelett mit den Gliedmassen kurz und gedrungen ist, während bei den Windhunden Beine, Körper, Schwanz, Hals und Schädel lang gestreckt sind, und in dieser Beziehung stehen die russischen Windhunde mit ihrem Rampskopf obenan. Herr von Otto, der Herausgeber der Zeitschrift „Der Vorstehhund" schreibt mir mit Recht: „Der Kopf des Hundes ist ebenso wie das ganze Knochengerüst in der Hand des Züchters Wachs. Man formt ihn um nach Belieben." Aber der Züchter hat es nicht in der Hand, einen Windspielkörper mit einem Spanielkopf oder einen Bulldoggekörper mit einem Windspielkopf zu züchten. Daran verhindern ihn die Gesetze der Korrelation der Körperteile.

Die Korrelation entbehrt auch im Gegensatz zum Altruismus des gegenseitigen Vorteils. Das starke Geweih leistet nichts für die verstärkte Halsmuskulatur, die lange Zunge der Giraffe nichts für den langen Hals oder die Beine. Die Zweckmässigkeit der Einrichtung kommt nur dem gesamten Individuum zu statten.

Diesen Korrelationen stehen nun andere Erscheinungen gegenüber, die die zweite Gruppe der Beziehungen zwischen den einzelnen Organen bilden. Hierbei sieht man, dass der Vergrösserung eines Teiles des Körpers die Verkleinerung eines anderen Organes folgt, und zwar kann man auch dieses wieder beim einzelnen Individuum ontogenetisch oder auch phylogenetisch bei den Arten verfolgen. So sehen wir, dass die Ausbildung der Beine bei den Fröschen mit dem Verschwinden des Schwanzes einhergeht, dass der Entwicklung der Lungen das Verschwinden der Kiemen parallel läuft.

Es gibt eine grosse Menge von Tierarten, bei denen ein Teil des Körpers einseitig stark entwickelt ist auf Kosten anderer Teile, so z. B. der langgestreckte Körper der Schlangen, Blindschleichen, Blindwühler usw. auf Kosten der Extremitäten. Man könnte auch beim Menschen die einseitige Entwicklung des Gehirns auf Kosten der Körperkraft und der Feinheit der Entwicklung anderer Sinne als Beispiel anführen, und ebenso die einseitige Entwicklung eines Sinnes bei vielen Tieren auf Kosten der übrigen, weswegen man geradezu Geruchs-, Gehörs- und Gesichtstiere unterschieden hat. Dass auch umgekehrt der Atrophie eines Teiles des Körpers die

Digitized by Google

Hypertrophie eines anderen folgen kann, vor allen Dingen, wenn die nötige Uebung hinzutritt, ist eine bekannte Tatsache. So findet man, dass Blinde ein ausserordentlich feines Gehör und Gefühl bekommen und dass Taube sehr häufig imstande sind, eine weit über das gewöhnliche Mass hinausgehende Sehbeobachtung zu entwickeln. Dass Menschen, die an beiden Beinen gelähmt waren, imstande waren, ihre Armmuskulatur so weit auszubilden, dass sie sich auf den Armen fast so gewandt bewegen konnten, wie andere Menschen auf den Beinen, ist wiederholt beobachtet worden. Die kompensatorische Hypertrophie, die bei paarigen Organen nach Verlust des einen, oder in einem Organ nach Verlust eines Teiles desselben auftritt, ist ein besonderer Fall dieser Art der Korrelation.

Schon Geoffroy St. Hilaire erkannte diese Form der Korrelation und nannte sie in seiner „Philosophie anatomique“ das „loi de ballancement“. Auch Goethe hat sich dann mit dieser Frage beschäftigt, und später ist besonders von Eimer[1]) hervorgehoben worden, dass, „wenn ein Teil auf Grund der Tätigkeit zunimmt, oder wenn Teile auf Grund derselben sich vermehren, andere abnehmen oder sich vermindern müssen. So ist mit Verstärkung der Becken- und Hintergliedmassen Verminderung der Wirbel verbunden, und umgekehrt. Aber ebenso können sich Teile vergrössern oder vermehren auf Grund dessen, dass andere verkümmern.“ Eimer bezeichnet das als das Gesetz der Ausgleichung oder Kompensation, doch will ich gleich hier bemerken, dass ich dieser Erscheinung nicht die Bedeutung zusprechen kann, die Eimer ihr gibt für das Verschwinden oder Verkümmern von Organen, wie ich in einem andern Kapitel noch ausführlich auseinanderzusetzen gedenke. Ich meine überhaupt, dass diese Konsumtion einzelner Organe oder Organteile bei Vergrösserung anderer eine verschiedene Bedeutung haben kann. Wenn sich der Prozess wie bei der Entwicklung der Extremitäten des Frosches bei gleichzeitigem Verschwinden des Schwanzes, oder der Entwicklung der Lungen bei gleichzeitigem Verschwinden der Kiemen an ein und demselben Individuum abspielt, so mag das im Sinne

1) Entstehung der Arten. Bd. III. S. 6.

Digitized by Google

Eimers eine Kompensation sein, wenn aber wie bei den Schlangen der Körper an Länge zunimmt und dafür die Extremitäten verschwinden, so stehen diese beiden Erscheinungen nicht in so unmittelbarem direkten Zusammenhang, sondern sind durch einen komplizierten Prozess der Selektion miteinander verbunden. Da jedoch diese beiden Dinge in der Erscheinung etwas Gemeinsames haben, so kann man sie unter dem Namen der konträren Korrelation zu einer Gruppe vereinigen.

Diesem steht nun die dritte Gruppe gegenüber, die dasjenige umfasst, was ich als Altruismus bezeichnet habe, nämlich die Beziehung der einzelnen Zellarten zu allen übrigen und aller übrigen zu dieser einen. In derselben Weise nämlich, wie es Herbert Spencer für die sozialen Verhältnisse auseinandergesetzt hatte, so hat jede Zellart für den Gesamtkörper eine gewisse Leistung übernommen und ist dafür berechtigt, Gegenleistungen von den übrigen Zellarten zu empfangen. Das Charakteristische für diesen Altruismus im Einzelindividuum besteht nun darin, dass, wenn die Funktion einer Zellart ausfällt oder sich verändert, im ganzen übrigen Körper gleichsinnige Veränderungen auftreten müssen, die für viele Zellarten als spezifisch nachgewiesen werden können. Es besteht daher dieser Altruismus auch darin, dass, wenn die Funktion einer Zellart gesteigert wird, sich dann auch eine Reihe von anderen Funktionen im Körper steigern müssen, und umgekehrt, wenn sich die Funktion einzelner Zellarten vermindert, auch andere Funktionen geringer werden müssen. Ich habe das früher kurzweg mit Hypertrophie und Atrophie bezeichnet und habe den Gedanken so formuliert, dass der funktionellen Hypertrophie eines Organs eine altruistische Hypertrophie anderer Organe folgen muss, und der funktionellen Atrophie auch eine altruistische Atrophie. Dabei ist durchaus nicht notwendig, dass, wie bei den korrelativen Erscheinungen, dieselben etwas ausgesprochen Zuträgliches für den Körper darstellen, sondern wenn die primäre funktionelle Hypertrophie irgend eines Organs für den Körper auch nützlich oder gleichgültig ist, so braucht die altruistische Hypertrophie der anderen Organe nicht auch notwendig nützlich oder gleichgültig zu sein, sondern sie kann sich auch als schädlich erweisen. Das wird sich aus dem Folgenden des Näheren ergeben.

Digitized by Google

Ich kann es daher nicht mit de Vries als einen stichhaltigen Einwurf gegen die Selektionslehre betrachten, wenn er sagt, dass die Selektion nur die nützlichen, aber nicht die schädlichen Eigenschaften erkläre. Diese Betrachtung, die de Vries mit vielen anderen Forschern gemein hat, berücksichtigt nicht die Tatsachen des Altruismus. Hierher gehört nun eine grosse Menge von Erscheinungen, die von der ersten Entwicklung des Eies an bis in das späteste Lebensalter hin sich dokumentieren können.

Ganz offenbar bedeutet die Befruchtung des Eies eine Störung des Gleichgewichts desselben. Ich will hier nicht diskutieren, wie diese Störung zustande kommt, sondern nur die einfache Tatsache feststellen, dass die Ruhe, in der die Eizelle sich befindet, durch die Befruchtung aufgehoben wird. Dass das Gleichgewicht der Eizelle auch durch andere Ursachen, als die Befruchtung gestört werden kann, geht aus der Parthenogenese und den Versuchen von Loeb über den Einfluss des veränderten diosmotischen Druckes hervor. Es beginnt nun eine Teilung, die sehr bald zur Entstehung verschiedenartiger Zellen führt, die sich dann zu Organen gruppieren. Von jetzt an kann man bei dem Wachstum des Individuums und auch bei der Differenzierung seiner einzelnen Organe eine Ungleichmässigkeit beobachten, die sich dadurch dokumentiert, dass nicht alle Teile des Körpers gleichmässig an Grösse zunehmen oder im selben Stadium der Differenzierung stehen, sondern in einer ganz bestimmten Gesetzmässigkeit nimmt bald dieser, bald jener Teil besonders an Grösse zu. So sieht man, dass in der ersten Zeit des Embryonallebens besonders die Organe des vorderen Körperabschnittes, der Kopf, das Herz, die Kiemenbögen, die Vorniere usw. sich mächtig entwickeln. Nach einiger Zeit ist die Hauptentwicklungszone kaudalwärts verschoben. Man sieht, dass die Leber eine starke Entwicklung erfährt, auch die Nebennieren, das Pankreas, die Lungen, der obere Abschnitt des Darmes, die Urnieren usw. Wieder in einer späteren Periode rückt die stärkste Entwicklungszone noch weiter kaudalwärts. Sie führt zur Entwicklung der definitiven Nieren, der Beckenorgane, der unteren Abschnittes des Darms. Die zuerst ganz allmählich einsetzende Entwicklung der Extremitäten nimmt nun schnell ihren Fortgang, und so entsteht schliesslich aus dem Embryo der Fötus.

Digitized by Google

Jedoch ist auch das Wachstum des Fötus nicht gleichmässig. Wir finden bald diesen, bald jenen Teil besonders im Wachstum begriffen. Bei der Geburt ist schon eine gewisse Gleichmässigkeit, die sich der definitiven genähert hat, eingetreten, aber immer noch überwiegt das Wachstum des Kopfes und der Nebennieren, während nach der Geburt auch der übrige Körper allmählich die definitive Grösse und Ausbildung erreicht, indem die Schnelligkeit des Wachstums im Ganzen immer mehr abnimmt und der Prozess ganz unmerklich ausklingt. Am spätesten entwickeln sich die Geschlechtsorgane und im Anschluss daran die sogenannten sekundären Geschlechtscharaktere. Mit der oben angeführten Definition des Altruismus stimmt diese Beobachtung vollkommen überein, dass man sieht, wie immer an einer Zellart das Wachstum sich vorzugsweise lokalisiert, und dann ganz offenbar durch den Reiz, der von hier aus ausgeübt wird, auch die übrigen Teile ihrerseits zum Wachstum angeregt werden. Dabei geht aber das Wachstum einiger Zellarten dieser übrigen Teile wiederum über die Gleichgewichtslage hinaus und erregt dadurch neue altruistische Reize auf die übrigen Gewebe. In dieser Weise geht der Prozess hin und her, bis das definitive Gleichgewicht erreicht ist, wobei das Ueberschreiten des Gleichgewichts bei der Wucherung jedesmal ein geringeres wird.

Man kann also das Wachstum gewissermassen mit einem Pendel vergleichen, der, aus seiner Gleichgewichtslage gebracht, so lange hin- und herschwingt, bis er wieder die Gleichgewichtslage erreicht hat, und wenn die Organe diese Gleichgewichtslage angenommen haben, so ist der Körper ausgewachsen. Tritt diese Gleichgewichtslage frühzeitig ein, so kann der Körper auf einer geringeren Grösse stehen bleiben. Wird die Gleichgewichtslage aber später noch durch hinzutretende Umstände gestört, so kann das Wachstum über das Mass hinausgehen und zur Bildung von Riesenformen führen. Das Endresultat ist bestimmt durch erbliche Einflüsse und durch nicht notwendig vererbbare Reaktionen auf später hinzutretende Einflüsse. So ist die normale Grösse des Individuums im wesentlichen durch erbliche Eigenschaften normiert. Die Kinder grosser Eltern pflegen auch wieder gross zu werden, oder es kann die Grösse eines der Eltern sich auf die Kinder vererben, oder endlich kann auch die Grösse der Kinder zurück-

Digitized by Google

schlagen auf diejenige früherer Vorfahren. Ebenso verhält es sich mit der Grösse und der Form einzelner Körperteile, z. B. der Hände, der Füsse, der Nase, des Mundes etc. Ferner wissen wir aber, dass bei grossen Individuen auch alle einzelnen Teile gross zu sein pflegen innerhalb gewisser Schwankungen. So ist bei Riesen nicht nur die äussere Körperform eine über das Normale hinausgehende, sondern auch die inneren Organe sind dem übrigen Körper entsprechend gross. Es ist ja auch seit langer Zeit bekannt, dass man keine absoluten Durchschnittsgewichte für die Organe angeben kann, sondern dass dieselben sich immer nach dem Gewichte des Gesamtkörpers richten, wobei natürlich der Ernährungszustand, d. h. die Menge des Fettansatzes zu berücksichtigen ist, denn dieser liegt ausserhalb der altruistischen Beziehungen zu den übrigen Organen. Ein Mensch, der 3 Zentner wiegt durch starken Fettansatz, hat nicht grössere Organe als ein mageres Individuum von derselben Körpergrösse. Höchstens vergrössert sich das Herz durch Arbeitshypertrophie, also als Korrelationserscheinung.

Auch ungewöhnliche Kleinheit oder abnorme Grösse können durch erbliche Eigenschaften normiert sein, denn es sind Familien bekannt geworden, in denen Zwerge häufig auftraten, wie auch solche, in denen sich wiederholt Riesenwuchs fand. Es kann also auch auf erblicher Basis das Gleichgewicht frühzeitig erreicht werden, oder erst in späterer Zeit. Manchmal kann auch ein stärkeres Wachstum eintreten, so dass zwar das Gleichgewicht zeitlich zur richtigen Zeit erreicht wird, aber doch das Wachstum über das gewöhnliche Mass hinausging.

Nun kann aber sowohl das frühzeitige, wie auch das verspätete Eintreten des Gleichgewichts durch nicht erbliche accidentelle Reaktion bewirkt werden. Es ist beim Menschen und bei Tieren festgestellt worden, dass die Nahrungsaufnahme in der frühesten Kindheit einen gewissen Einfluss auf die Körpergrösse ausübt, indessen wird der dadurch bewirkte Einfluss sehr häufig später kompensiert, und wenn es auch wirklich in vielen Fällen gelingt, durch verminderte Nahrungszufuhr geringere Individuen zu erzeugen, so pflegen diese doch später oft das Wachstum nachzuholen. Ich habe wiederholt beobachtet, dass in kinderreichen und sozial ungünstig gestellten Familien das Grössenwachs-

Digitized by Google

tum der Kinder sehr langsam vor sich ging, so dass sie mit 14 bis 15 Jahren noch relativ klein waren. Dann trat aber garnicht selten ein plötzliches Längenwachstum ein, so dass schliesslich doch die Grösse erreicht wurde, die den betreffenden Individuen vermöge ihrer erblichen Eigenschaften zukam. Bei ausreichend ernährten Individuen dagegen pflegt das Wachstum früher abzulaufen und zeitlich eher zum Stillstand zu kommen. Bei Tieren hat man Versuche angestellt, um das Wachstum zu beeinflussen, und Bollinger gibt ausdrücklich an, dass das durch geringere Nahrungsaufnahme wohl möglich sei. Auch ist es zweifellos, dass der Alkohol einen wachstumshemmenden Einfluss auf Tiere ausübt, und speziell haben Versuche bei Hunden gezeigt, dass man durch Zusatz von Alkohol zur Nahrung das Wachstum verhindern kann. Bekannt ist, dass Alkoholisten häufig kleine und verkümmerte Nachkommen haben, die auch nicht selten an allen möglichen nervösen Krankheiten leiden, gelegentlich auch epileptisch sind, doch bleibt es hier immer zweifelhaft, ob diese Erscheinung auf die Einwirkung des Alkohols bei den Eltern zu beziehen ist, oder nicht vielmehr darin zu suchen ist, dass schon die Eltern als nervös degenerierte Menschen zu Alkoholisten wurden. Der Einfluss der Nahrung auf das Wachstum der Pflanzen ist so bekannt, dass ich hier nicht näher darauf eingehen will. Wenn auch diese späteren Einflüsse für die Erblichkeit nichts bedeuten, so zeigen sie doch überall den altruistischen Zusammenhang der Organe und der einzelnen Zellarten.

Ferner aber können pathologische Verhältnisse ganz evident zu einem verminderten Wachstum führen. Ich sehe hier ab von der Chondrodystrophia congenita, der früher sogen. kongenitalen Rachitis, die lediglich eine Missbildung der Knorpelknochengrenzen ist und deswegen auf die altruistischen Verhältnisse des übrigen Körpers keinen Einfluss ausübt, bei der die übrigen Körperteile von gewöhnlicher Beschaffenheit und Grösse sind. Ich sehe auch ab von den ausgedehnten Wachstumshemmungen bei Rachitis, die zu einer Kleinheit wesentlich durch Verkrümmung der Extremitäten und nicht durch mangelhaftes Längenwachstum des Thorax führen.

Dagegen gibt es eine grosse Menge von chronischen Krank-

Digitized by Google

heiten, die in der Jugend frühzeitig auftreten können und dann Wachstumshemmungen hervorbringen. Dazu gehören nicht selten Herzfehler, Bronchiektasien, chronische Lungenphthise, chronische Eiterungen aller Art, Leukämie und vieles andere. Alle diese haben das Gemeinsame, dass sie das Individuum an der Entwicklung hindern, und so das Wachstum auf einer früheren Periode stehen bleibt. Die häufigsten Fälle aber sind die, in denen die Hemmung schon intrauterin einwirkt und so infantilistische Zwergformen sich bilden, mit denen die altruistische Kleinheit der Organe Hand in Hand geht.

Ebenso häufig sehen wir ein Wachstum über das Mass hinaus durch spätere äussere Einflüsse sich entwickeln. Hier steht nun die Rachitis oben an. Ich habe eine grosse Menge von Riesen daraufhin untersucht und bei fast allen ausgesprochene Erscheinungen von Rachitis in der Jugend gefunden. Es ist eine bekannte Erscheinung, dass, wenn die Rachitis nicht so starke Störungen an den Epiphysen setzt, dass dadurch eine Wachstumshemmung eintritt, dann die rachitischen Individuen gewöhnlich gross werden. Dadurch wird aber im wesentlichen das Längenwachstum der Extremitäten gefördert, allerdings auch das Längenwachstum der Rippen und dadurch die Grösse des Thorax. Weniger werden die Wirbelkörper betroffen, und daher sind grosse Individuen, die durch Rachitis zu ihrer Grösse gelangt sind, in der Regel sehr langbeinig, haben einen breiten, etwas tonnenförmigen Thorax, der aber im Verhältnis zum übrigen Körper kurz ist, so dass sie beim Sitzen zuweilen nicht ungewöhnlich gross erscheinen. Ob der wirkliche Riesenwuchs in allen Fällen abhängig ist von der Rachitis, erscheint mir allerdings noch nicht festzustehen trotz des häufigen gleichzeitigen Vorkommens, doch sehe ich momentan kein Hindernis, einen solchen Zusammenhang für manche Fälle anzunehmen. In anderen jedoch hat der Riesenwuchs sicherlich nichts mit der Rachitis zu tun, auch wenn er nicht auf erblichen Umständen beruht. Dahin gehören besonders diejenigen Fälle, die wiederholt beobachtet wurden, bei denen nach schon vollendetem Wachstum durch irgend einen äusseren Einfluss das Wachstum aufs neue begann und ungewöhnliche Dimensionen annahm. Bei solchen Fällen spielen merkwürdigerweise in erster Linie Verletzungen des Kopfes

Digitized by Google

eine Rolle. Gelegentlich wurden auch Verletzungen anderer Körperteile angegeben. In einzelnen Fällen kam es zu wirklicher Geschwulstbildung, so bei dem bekannten, von Buhl beschriebenen Fall, dessen Skelett sich im Münchener Museum befindet und dessen Schädel irrtümlicherweise im Zieglerschen Lehrbuch als Leontiasis ossea abgebildet ist. Es handelte sich hier zweifellos um eine multiple Osteosarkombildung des Schädels mit allgemeinem Riesenwuchs. In allen solchen Fällen folgt das altruistische Wachstum der inneren Organe der Grössenzunahme des übrigen Körpers.

Nun ist aber für die Betrachtung der altruistischen Erscheinungen die Entwicklung der Geschlechtsreife von ganz besonderer Bedeutung, und wir sehen, dass gleichzeitig mit der Reifung der Geschlechtsdrüsen am ganzen Körper Veränderungen auftreten, deren Bedeutung schon von Darwin aufs ausführlichste gewürdigt und von ihm als Korrelation bezeichnet wurde. Es unterliegt nach allen neueren Untersuchungen keinem Zweifel, dass es sich hier um die ausgesprochensten Erscheinungen des Altruismus handelt. Wie eingreifend diese Veränderungen, d. h. vor allen Dingen die Entstehung der sekundären Geschlechtscharaktere, sind, ergibt sich aus den zahlreichen Beobachtungen bei Tieren und beim Menschen. Darauf beruhen ja gerade die Unterschiede zwischen den Geschlechtern, die sich erst zur Zeit der Pubertät herausbilden, während vorher eine weitgehende körperliche Aehnlichkeit besteht. Es erscheint mir nicht nötig, diese bekannten und so vielfach erörterten Erscheinungen hier noch einmal besonders hervorzuheben, doch ist es von Bedeutung, festzustellen, dass nicht nur bei der Entwicklung der Pubertät diese sekundären Geschlechtscharaktere entstehen, sondern dass viele derselben bei allen Tieren dann besonders hervortreten, wenn die Geschlechtsdrüsen periodisch funktionieren. Besonders ist es von Fischen bekannt, dass sie sich zur Laichzeit nicht unwesentlich verändern. Die Farben werden beim männlichen Fische lebhafter. Beim Lachs findet sich z. B. auf den Wangen ein orange gefärbter Streifen, der später wieder verschwindet. Ganze Körperanhänge können sich ausbilden, wie sich z. B. beim Lachs während der Brütezeit ein knorpliger Vorsprung der unteren Kinnlade entwickelt, der nach dieser Zeit wieder

Digitized by Google

verschwindet. Bei Blennius und verwandten Gattungen entwickelt sich ein Kamm auf dem Kopf des Männchens zur Zeit des Laichens: bei vielen Chromiden ist eine Protuberanz auf dem Kopf der Männchen zur Zeit des Laichens und fehlt in anderen Jahreszeiten. Der Triton palmipes bekommt zur Laichzeit Schwimmhäute zwischen den Zehen der Hinterfüsse, die später wieder verschwinden. Triton punctatus und cristatus bekommen zu dieser Zeit einen Kamm auf dem Rücken und eine intensivere Färbung. Bei manchen Fröschen und Kröten entstehen bei den Männchen während der Paarungszeit an den Vorderbeinen Vorsprünge. Bei der Gattung Sitana sind allein die Männchen mit einer grossen Kehltasche versehen, die während der Paarungszeit blau, schwarz und rot gefärbt ist. Auch bei Vögeln findet man zur Paarungszeit Farbenveränderungen, die nicht auf die Frühjahrsmauserung zu beziehen sind, sondern durch eine wirkliche Veränderung der Federn zustande kommen. Die Nase des Seeelefanten verlängert sich bedeutend während der Paarungszeit und kann dann aufgerichtet werden. Mit Geweihen versehene Säugetiere bilden im Zusammenhang mit der Brunstzeit dieses Geweih aus, um es später wieder zu verlieren. Nicht nur im Aussehen, sondern auch in der Funktion zahlreicher Körperteile treten zu diesen Zeiten besondere Veränderungen auf. So ist es bekannt, dass alle Tiere mit besonderen Riechdrüsen, wie z. B. die Moschusente, das Moschustier, der Biber, der Skunks und die Spitzmäuse ihre spezifischen Gerüche während der Brunstzeit am stärksten entwickeln. Die Unterkieferdrüsen des Krokodils sollen während der Paarungszeit einen moschusartigen Geruch von sich geben. Die analen Drüsen bei Schlangen und Eidechsen treten während der Paarungszeit in lebhaftere Funktion. Auch eine allgemeine Charakteränderung tritt während der Paarungszeit in die Erscheinung, wie man nicht bloss beim männlichen Tier beobachten kann, sondern auch bei allen weiblichen inklusive des Menschen. Die Veränderungen des Stoffwechsels, der Blutbeschaffenheit, des Blutdrucks, der Herztätigkeit, der Schweisssekretion beim menschlichen Weibe zur Menstruationszeit ist in neuerer Zeit vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen und hat sehr wichtige Resultate in dieser Richtung gefördert.

Wenn sich nun schon aus diesen Tatsachen des periodischen

Digitized by Google

Auftretens bestimmter Veränderungen im Zusammenhang mit der Funktion der Geschlechtsdrüsen der sichere Schluss ziehen lässt, dass dieser Zusammenhang nicht ein zufälliger ist, sondern dass er mit der Existenz und der Funktion der Geschlechtsdrüsen im Zusammenhang steht, so haben die Versuche der Kastration diesen Zusammenhang zur Evidenz erwiesen. Ich will hier ganz absehen von den Stoffwechselstörungen, die die Untersuchungen von Richter und Löwy gezeigt haben, weil dieselben in ihrer Erscheinung noch nicht vollkommen sicher gestellt sind, obwohl sie zweifellos zu Recht bestehen. Aber am deutlichsten tritt uns dieser Einfluss entgegen, wenn die Tiere und vor allen Dingen männliche schon in früher Jugend kastriert werden, wodurch sie bekanntlich die allergrössten Veränderungen erleiden nicht nur hinsichtlich ihres Charakters und ihrer Funktion, sondern auch hinsichtlich ihrer Form. Diese Formveränderungen sind so bekannt und von der Einführung der Kastration bei den Haustieren jedem, auch dem Laien so geläufig, dass ich sie hier nicht weiter anzuführen brauche. Nur möchte ich etwas genauer diese Veränderungen beim Menschen betrachten. Es kommt garnicht selten vor, dass durch Missbildung oder mangelhafte Entwicklung die Geschlechtsdrüsen beim Menschen zurückbleiben, und dann sieht man ganz regelmässig alle diejenigen Veränderungen entstehen, die auch bei frühzeitiger Kastration eintreten. Bei Männern bleibt der Bartwuchs ganz aus oder ist doch nur äusserst spärlich, ebenso der Wuchs der Achsel- und Schamhaare. Vor allen Dingen bleibt auch der Kehlkopf im Wachstum zurück und erleidet nicht die charakteristische Entwicklung, die zur Pubertätszeit auftritt und sich durch Hervortreten des Schildknorpels und durch Vertiefung der Stimme dokumentiert. Die Stimme bleibt also bei solchen Individuen die kindliche, wie sie auch von den Kastraten bekannt ist. Der Penis bleibt klein und der Schwellkörper rudimentär. Lange Jahrhunderte hindurch sind ja auch in der christlichen Welt Kinder kastriert worden und zwar im Auftrage der Päpste, um für den Chor der Peterskirche die besonders schön klingenden Stimmen zu erhalten. Das ist freilich jetzt nicht mehr üblich, aber in nichtchristlichen Ländern wird die Kastration beim Menschen noch vielfach ausgeführt, so bei manchen arabischen Völkern, auch in gewissen Distrikten Chinas, im südöstlichen Russ-

Digitized by Google

land und anderwärts. Ueberall ist das Gleiche zu beobachten. Im wesentlichen dieselben charakteristischen Eigenschaften treten hervor wie bei den eben erwähnten Missbildungen der männlichen Geschlechtsorgane. Ja es können hierbei nicht bloss die sekundären Geschlechtscharaktere des Mannes ausfallen, sondern es können geradezu weibliche Charaktere in die Erscheinung treten, wie man ganz besonders bei den Fällen von Pseudohermaphroditismus sieht, bei denen in Wirklichkeit männliche Individuen weiblichen Habitus haben. Umgekehrt kann auch bei weiblichen Pseudohermaphroditen ein männlicher Habitus hervortreten. Bei der viel selteneren mangelhaften Entwicklung der weiblichen Geschlechtsdrüsen bleiben ebenfalls sämtliche sekundären Geschlechtscharaktere der Frauen aus, und es bleibt ein allgemein infantilistischer Zustand zurück, wenn nicht dieser Umschlag in männliche Charaktere eintritt, der ja auch zuweilen, wie Darwin schon gezeigt hat, bei Frauen nach dem Aufhören der Geschlechtsreife, d. h. also im Klimakterium zustande kommt. Garnicht selten wird zu dieser Zeit die Stimme der Frauen tiefer, es entwickelt sich ein, wenn auch oft nur mässiger Bartwuchs. Bei Tieren hat Darwin eine grosse Menge von Beispielen dieser Art zusammengetragen und besonders auf die Hahnenfedrigkeit alter Hennen und auf die Entwicklung von Sporen bei solchen hingewiesen.

In neuerer Zeit, vor allen Dingen durch die schönen Untersuchungen von Rörig[1]) sind auch wieder die schon längst bekannten Beziehungen zwischen der Funktion der Geschlechtsorgane und der Entwicklung des Cervidengehörns in den Vordergrund der Betrachtung gerückt worden. Es hat sich dabei gezeigt, dass, wenn die Geschlechtsdrüsen definitiv zerstört werden, regelmässig Veränderungen am Gehörn auftreten, die in der Mehrzahl der Fälle in das Gebiet der sogenannten Perückengehörne hineingehören. Doch hat sich bei diesen Untersuchungen auch ergeben, dass durch andere Verletzungen des Körpers ähnliche Störungen im Wachstum der Geweihe hervorgebracht werden können, und manche derselben sind ebenfalls mit einer grossen Konstanz zu beobachten. So z. B. die rudimentäre Entwicklung einer Geweihstange bei Verletzung

1) Arch. f. Entwicklungsmechanik. 1907. Bd. 23.

Digitized by Google

des gekreuzten Hinterfusses, so dass also die Verletzung des rechten Hinterfusses eine rudimentäre Entwicklung des linken Geweihes hervorbringt, und umgekehrt. Offenbar ist das Cervidengehörn eine so labile Produktion, dass sie sich durch mancherlei Eingriffe beeinflussen lässt, und dass hier nicht allein die Geschlechtsdrüsen von Einfluss sind, sondern Körperverletzungen schwererer Natur irgend welcher Art, die die freie Bewegung des Tieres hindern. Mir scheint jedoch nach genauer Durchsicht der von Rörig gesammelten Fälle und nach einigen, die ich selbst beobachtet habe und die in den Tatsachen mit denjenigen von Rörig vollkommen übereinstimmen, noch nicht festzustehen, ob alle diese Einflüsse wirklich altruistischer Natur sind, oder ob nicht vielmehr manche derselben einfache Korrelationen sind. Es ist ja bekannt, dass schon gewisse Lebensveränderungen, z. B. eine Beschränkung der Bewegungsfreiheit und der Ernährung die Gehörnbildung der Cerviden nicht unwesentlich beeinflusst. Daher haben die in Wildgattern gehaltenen Hirsche eine schwächere Geweihbildung als die in freier Wildbahn lebenden. Noch schwächer ist die Geweihbildung bei denjenigen, die in zoologischen Gärten interniert sind. In Jahren mit langen winterlichen Schneefällen, wo die Ernährung nicht unwesentlich leidet, werden häufig schwache Stangen aufgesetzt und die Zahl der Sprossen wird geringer. Auch können vorübergehende Krankheiten der Tiere die Stärke und die Zahl der Sprossen beeinflussen (Kümmerer). Dass manche Unregelmässigkeiten des Gehörns durch direkte Erkrankung der betreffenden Schädelpartie entstehen, kann ebenfalls einem Zweifel nicht unterliegen. Allerdings dürfte das immer zurecht bestehen bei der Konstanz der Erscheinung, dass zwischen einer Verletzung des Hinterfusses eine gekreuzte, bei Verletzung eines Vorderfusses eine gleichseitige Verkümmerung vorkommt, die möglicherweise auf altruistische Erscheinungen zurückzuführen ist, und sicherlich unterliegt es keinem Zweifel, dass die Beeinflussung des Gehörns durch Kastration eine Erscheinung des Altruismus darstellt.

Es ist nun aber nicht bloss der Altruismus zwischen den Geschlechtsdrüsen und dem übrigen Körper nachweisbar, sondern fast zwischen allen Organen und dem übrigen Körper, und gerade die pathologischen Erscheinungen sind geeignet, das zu dokumentieren.

Digitized by Google

Ja man könnte die gesamte Pathologie von diesem Standpunkt aus betrachten und als einen Beweis für den Altruismus auffassen.

Die Pathologie erkennt gewisse lebenswichtige Organe an und bezeichnet als solche diejenigen, deren intakte Existenz zum Leben absolut notwendig ist. Werden dieselben ihrer Funktion beraubt, so geht das Individuum sofort zu Grunde. Dahin gehören in erster Linie das Gehirn, das Herz und die Lungen. Aber Gehirn und Herz haben eine ganz andere Bedeutung für diese Betrachtung als die Lungen, denn wenn das Gehirn zerstört wird, so stirbt der Mensch nicht deswegen so plötzlich, weil ihm eine bestimmte Zellart entzogen wird, sondern weil damit alle die Reflextätigkeiten aufhören, die zum Leben notwendig sind. Wenn das Herz aufhört zu funktionieren, so tritt der Tod nicht deswegen ein, weil eine gewisse Quantität von Muskulatur, Bindegewebe und Nerven dem Körper entnommen ist, sondern weil die Zirkulation aufhört. Der Tod durch Stillstand des Herzens oder durch Zerstörung des Gehirns beruht also nicht auf der altruistischen Wirkung dieser Teile, sondern auf der korrelativen. Anders ist es bei der Lunge. Die Lunge hat die doppelte Funktion, Sauerstoff in den Körper hineinzubringen und Kohlensäure zu eliminieren. Das Sauerstoffbedürfnis des Körpers ist aber eine so lebenswichtige Eigenschaft, dass bei Unterbleiben der Sauerstoffzufuhr die Lebensfunktion sofort aufhört. Diese plötzliche Unterbrechung des Lebens lässt den Unterschied zwischen der altruistischen Funktion der Lunge gegenüber der korrelativen des Herzens und des Gehirns nicht in so deutlicher Weise hervortreten, wie das bei anderen Organen der Fall ist.

Ich gehe deswegen gleich zu denjenigen Organen über, bei denen die altruistischen Funktionen unter pathologischen Bedingungen am deutlichsten hervortreten, nämlich zu denjenigen, die, wie man sich ausgedrückt hat, eine innere Sekretion besitzen. Eigentlich ist es ja unrichtig, von gewissen Organen im Gegensatz zu anderen zu behaupten, dass sie eine solche innere Sekretion besässen, denn in Wirklichkeit besitzen alle Organe und Körperbestandteile eine innere Sekretion. Die Stoffwechselprodukte aller Zellen geraten zum Teil in die Zirkulation, und das bedeutet in der Tat nichts anderes als dasjenige, was man bei bestimmten

Digitized by Google

Organen, in erster Linie beim Pankreas, den Nebennieren und der Schilddrüse als innere Sekretion bezeichnet hat. Diese Organe erscheinen uns nur als etwas Besonderes, weil ihre innere Sekretion eine grössere Bedeutung zu haben scheint und am leichtesten dem Verständnis zugänglich gemacht werden kann. Prinzipiell unterscheiden sie sich in nichts von allen übrigen Organen und Körperteilen. Die altruistische Tätigkeit dieser Organe mit innerer Sekretion ist nun in Wirklichkeit am deutlichsten bei der Schilddrüse zu erkennen, denn wir sehen hier die konsekutiven Veränderungen sowohl in demjenigen Falle, wenn die Schilddrüse zu viel leistet, als auch dann, wenn sie zu wenig leistet. Leistet die Schilddrüse zu viel, so tritt eine Intoxikation ein, die auch künstlich durch Fütterung mit Schilddrüsensubstanz erzeugt werden kann und die sich durch bestimmte pathologische Veränderungen dokumentiert, die wir, wenn sie spontan entsteht, als Basedowsche Krankheit bezeichnen. Sie führt zu einer verstärkten Leistung der übrigen Organe, zu einer Steigerung des Stoffwechsels, die sich dann in einem allgemeinen Stoffverbrauch, also in einer Abmagerung dokumentiert. Umgekehrt erzeugt die verminderte Tätigkeit der Schilddrüse eine verminderte Tätigkeit der übrigen Organe, wodurch der Stoffwechsel herabgesetzt wird und neben anderen Veränderungen ein Fettansatz in die Erscheinung tritt, wie man ihn beim Kretinismus, beim Myxödem und bei der Kachexia strumipriva erkennen kann. Von den Nebennieren kennen wir genau nur die altruistischen Erscheinungen, die sich an den Ausfall dieser Organe knüpfen und die man als Addisonsche Krankheit bezeichnet hat. Die Addisonsche Krankheit tritt in der Tat nicht nur, wie man ursprünglich annahm, bei einer Verkäsung der Nebenniere auf, die Verkäsung ist dabei an und für sich ganz gleichgültig, sondern sie entwickelt sich auch bei jedweder anderen Atrophie, und zwar speziell der Rindensubstanz dieser Organe. Vielleicht ist auch eine Mehrleistung der Nebenniere bei primären Geschwülsten dieser Organe zu beobachten. Denn es sind mehrfach Fälle bekannt geworden, von denen ich selbst auch zwei beobachtete, bei denen man gleichzeitig neben solchen Geschwülsten eine sonst nicht erklärbare amyloide Infiltration der verschiedensten Körperorgane vorfand. Vom Pankreas sind aus-

Digitized by Google

schliesslich die altruistischen Veränderungen der Ausfallserscheinungen bekannt, denn bei der Atrophie dieses Organes tritt eine ganz bestimmte Krankheit mit Regelmässigkeit auf, nämlich die Zuckerkrankheit, der echte Diabetes mellitus.

Nun dokumentiert aber neben diesen Organen noch eine Reihe von anderen unter pathologischen Bedingungen die altruistischen Erscheinungen. So führen z. B. ganz bestimmte Geschwulstarten der Hypophysis cerebri zu Wucherungen an den distalen Körperteilen, ein Zustand, den man als Akromegalie bezeichnet hat. Es sind nicht nur die Knochen an den Extremitäten und im Gesicht, die hypertrophisch werden, sondern auch die Weichteile, vor allen Dingen das Bindegewebe. Auch in inneren Organen hat man bindegewebige Wucherungen bei Akromegalie nachgewiesen, z. B. im Pankreas. Nicht jede beliebige Geschwulst der Hypophysis erzeugt Akromegalie, sondern nur diejenige, die zu einer wirklichen Mehrleistung des Organs führt, d. h. die eine Wucherung der spezifischen Zellen dieses Organs bedeutet, also nicht die Rundzellensarkome oder die seltenen kolloiden Geschwülste, oder solche irgend einer beliebigen anderen Form, sondern allein diejenigen, die unter einer adenomartigen Bildung sich darstellen. Eine genaue Sichtung aller derjenigen Fälle, die von Akromegalie bisher publiziert sind, haben mich zu der Ueberzeugung geführt, dass Marie vollkommen im Recht ist, wenn er sagt, dass bisher kein Fall von echter Akromegalie ohne einen solchen Hypophysistumor bekannt geworden sei. Diejenigen Fälle, bei denen ein solcher Tumor sich nicht vorfand, waren offenbar keine echten Fälle von Akromegalie, so z. B. auch nicht der von Virchow an Vater und Tochter beobachtete Fall, bei dem es sich um eine andere Form des Riesenwuchses handelte. Umgekehrt spricht es also auch nicht gegen die Existenz einer solchen altruistischen Beziehung, wenn nicht jeder Hypophysistumor zur Akromegalie führt, da nicht jede dieser Geschwülste eine Mehrleistung des spezifischen Gewebes bedeutet.

Ich führe dann weiter die eigentümlichen altruistischen Erscheinungen zwischen Gehirn und Nebenniere an, auf die Weigert hinwies. Weigert hatte nämlich erkannt, dass bei Anencephalen ganz regelmässig eine starke Atrophie der Nebenniere besteht und

Digitized by Google

zwar nun nicht wie bei der Addisonschen Krankheit der Rindensubstanz, sondern der Marksubstanz, d. h. desjenigen Teils, der mit grosser Wahrscheinlichkeit zum sympathischen Nervensystem gehört. Dieser Befund Weigerts ist, soweit meine eigenen Erfahrungen reichen, absolut konstant. Es wurde oben schon darauf hingewiesen, dass das Wachstum des Gehirns und der Nebenniere fast vollkommen miteinander Schritt hält, und es ist auch darin unzweifelhaft eine Aeusserung der altruistischen Beziehung dieser beiden Organe zu erkennen.

Es scheint sogar, dass der Masse nach sehr geringfügige Organe von grosser altruistischer Bedeutung für den übrigen Körper sein können, wenn die in neuerer Zeit mit immer grösserer Bestimmtheit hervortretende Anschauung zutreffend ist, dass der Verlust der sogen. parathyreoidalen Epithelkörper zu ganz bestimmten Krankheitserscheinungen, nämlich zu denjenigen der Tetanie führt.

Obwohl die altruistische Beziehung stets in der Weise zu denken ist, dass ein Organ allen übrigen gegenüber steht, wie bei der Entwicklung der Geschlechtsdrüsen nicht bloss diejenigen Teile in Betracht kommen, die im speziellen als sekundäre Geschlechtscharaktere bezeichnet werden, sondern der gesamte übrige Körper, wie auch bei der Erkrankung der Schilddrüse oder der Nebennieren ebenfalls der gesamte übrige Körper in Mitleidenschaft gezogen wird, so werden doch in vielen Fällen ganz augenscheinlich einzelne Organe durch besondere altruistische Beziehungen miteinander verbunden. Es trat das schon deutlich bei der Beziehung zwischen Gehirn und Nebennieren hervor, aber es gibt auch noch eine Reihe von anderen solchen Organbeziehungen, so z. B. zwischen Uterus und Ovarien einerseits und der Mamma andrerseits. Von welchem enormen Einfluss die Vergrösserung des Uterus bei der Schwangerschaft auf die Entwicklung der Mamma ist, vielleicht durch Vermittlung der Ovarien, an denen ja auch ganz typische Schwangerschaftsveränderungen auftreten, das erkennt man aus den ausgedehnten Wucherungserscheinungen, die sich zu dieser Zeit an der Milchdrüse abspielen und die schliesslich zu der ausgedehnten Milchsekretion führen. Aehnliche Beziehungen zwischen inneren Organen und Kutikulargebilden findet man nicht bloss bei den Säugetieren, sondern auch bei niederen Tieren und Vögeln. Wenn

Digitized by Google

z. B. die Amphibien sich aus den kiemenatmenden Wassertieren in die lungenatmenden Landtiere umwandeln, so besteht diese Umwandlung nicht allein in der Ausbildung der Lungen und in der Reduktion der Kiemen, sondern auch in einer ausgedehnten Umwandlung der Epidermis. Man kann das bei den Salamandern, den Tritonen, den Fröschen deutlich verfolgen, ganz besonders aber bei dem Axolotl, dessen Ueberführung in die Amblystomaform eine durchgehende Veränderung des gesamten Körpers, speziell aber der Haut und seiner Drüsen mit sich bringt. Auch bei Salamandra maculosa tritt die starke Entwicklung der Kopfdrüsen und die charakteristischen gelben Hautflecke erst ein mit der Umwandlung der Larven in die definitive Form. Es scheint, dass eine ähnliche nahe Beziehung auch zwischen Leber und Nieren besteht, denn da die Leber sich ganz vorzugsweise an der Bereitung des Harnstoffes beteiligt, so muss sie notwendigerweise auf die Sekretion der Nieren einen stärkeren Einfluss ausüben als auf irgend ein anderes Organ, das nicht zur Ausscheidung des Harnstoffes dient. Dass die Leber im speziellen in ganz ausgezeichneter Weise nicht nur eine äussere Sekretion besitzt, die darin besteht, die für den Körper giftigen Gallenstoffe herauszuschaffen, sondern dass sie auch eine innere Sekretion, die den altruistischen Beziehungen zu den übrigen Organen dient, in der Gestalt von Bildung von Harnstoff und Glykogen besitzt, ist ja genügend bekannt. Aber auch die Nieren haben nicht nur eine äussere Sekretion, sondern auch sie besitzen zweifellos eine innere. Dieselbe ist indessen schwieriger zu erkennen, weil es nicht möglich ist, die Nierentätigkeit längere Zeit auszuschalten, ohne den Tod der Tiere herbeizuführen, und weil die äussere Sekretion die innere in ihrer Erscheinung so sehr überwiegt. Doch gibt es eine Anzahl von Erfahrungen, die, abgesehen von theoretischen Betrachtungen, zu der Ueberzeugung geführt haben, dass auch die Nieren eine innere Sekretion besitzen. Besonders französische Forscher haben sich mit dieser Frage beschäftigt.

Nach Kenntnis aller dieser Tatsachen wird nun auch die Bedeutung der Lunge für die altruistischen Beziehungen des Körpers deutlich, denn man sieht, dass die Lungen eine innere und äussere Sekretion besitzen, die äussere, die darin besteht, Kohlensäure aus dem Körper heraus-, die innere, Sauerstoff in ihn hineinzubringen.

Digitized by Google

Der Mangel an Sauerstoff macht sich nur deswegen so ausserordentlich schnell bemerkbar, weil lebenswichtige Zentren der Medulla oblongata durch Sauerstoffmangel gelähmt werden und dadurch der Tod plötzlich eintritt.

Wenn sich aus allen diesen Betrachtungen ergibt, dass wegen der altruistischen Wirkung der einzelnen Zellarten keine derselben für den Körper entbehrlich ist, so macht die Milz eine scheinbare Ausnahme, die um so merkwürdiger ist, als dieses Organ durch die ganze Wirbeltierreihe verbreitet, also phylogenetisch zweifellos schon recht alt ist. Es steht durch zahlreiche Experimente fest, dass die Tiere ohne Milz sehr wohl zu existieren vermögen. Zwar entwickeln sich bald nach einer Milzexstirpation Veränderungen in der Beschaffenheit des Blutes, dieselben verschwinden aber schon nach kurzer Zeit wieder. Bei zahlreichen Milzexstirpationen, die ich besonders bei Ratten ausgeführt habe, hat sich ergeben, dass dieselben eine kurze Zeit hindurch eine ausserordentliche Hinfälligkeit gegen Abkühlung erkennen lassen. Bewahrt man operierte Tiere in einem kühlen Raum, so gehen dieselben in wenigen Tagen an hämorrhagischer Nephritis zu Grunde. Kontrolltiere, bei denen statt der Milz ein Stück Netz abgebunden und exstirpiert wurde, blieben ausnahmslos, in demselben Raum aufbewahrt, am Leben. Freilich auch diese Abweichung hört nach einiger Zeit auf, so dass sich dann die Tiere wieder wie vollkommen normal verhalten. Auch Winterschlaf haltende Tiere vertragen die Exstirpation der Milz, wie ich mich bei Igeln überzeugt habe. Ja man kann sogar Murmeltieren und Igeln während des Winterschlafs die Milz exstirpieren, ohne dass die Tiere den Schlaf unterbrechen. Beim Menschen ist die Milz häufig nach Malaria und besonders nach Verletzungen exstirpiert worden, immer ohne Schaden für das spätere Leben der Patienten. Man hat geglaubt, dass Tiere ohne Milz sich gegen gewisse Bakterieninfektion als widerstandsfähiger erweisen als solche, die eine Milz besitzen, indessen sind die Resultate der dahingehenden Versuche bei Nachprüfung nicht eindeutig ausgefallen. In Wirklichkeit muss man also sagen, dass die Milz entweder eine streng altruistische Bedeutung zu dem übrigen Körper nicht besitzt, indem sie lediglich ein passives Blutfilter darstellt, oder dass die von ihr ausgeübte Tätigkeit, so weit

Digitized by Google

sie sich an der Blutbildung beteiligt, von anderen Organen restlos übernommen werden kann.

So sehen wir also, dass ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen den einzelnen Organen des Körpers besteht in der Weise, dass jede Zellart eine bestimmte Funktion übernimmt für die übrigen Zellarten und diese übrigen Zellarten wieder für die eine. Eine Vermehrung der Funktion in solchen Zellarten muss notwendig die Vermehrung der übrigen Funktionen herbeiführen, und umgekehrt eine Verminderung die Verminderung, da die bei dem Wachstum allmählich erreichte Gleichgewichtslage des Körpers sonst gestört sein würde. Die Verminderung führt als solche zum Tode, die Vermehrung nur in dem Falle, wenn damit andere lebenswichtige Funktionen vernichtet oder verändert werden, und deswegen sterben die Akromegalisten entweder durch Druck des Tumors auf das Gehirn oder an Diabetes infolge von Bindegewebswucherung im Pankreas. Menschen, die an einer Basedowschen Krankheit leiden, sterben infolge der auftretenden Herzhypertrophie und nicht infolge der übermässigen Zunahme der Schilddrüse selber, mit Ausnahme der seltenen Fälle, bei denen auch durch den Basedowschen Kropf eine Kompression der Trachea zustande kommt.

Man wird sich nun eine Vorstellung machen müssen, wie diese altruistischen Beziehungen im Körper zustande kommen, denn es handelt sich hier keineswegs, wie die Vitalisten denken könnten, um irgend welche mystischen Vorgänge, sondern um solche, die wahrscheinlich in verhältnismässig einfachen funktionellen Tätigkeiten der Zellarten beruhen. Man hat sich so sehr daran gewöhnt, die einzelnen Zellen des Individuums als selbständige Individuen zu betrachten, dass darüber fast vergessen wurde, dass diese Zellen doch sämtlich miteinander in Verbindung stehen, und dass es nur eine verhältnismässig geringe Anzahl von Zellarten gibt, die von der übrigen Gesamtheit losgelöst im Körper vagabundieren. Es sind das in der Tat unter normalen Verhältnissen nur die verschiedenen Formen der Leukozyten und die Lymphozyten. Die roten Blutkörperchen selbst sind kaum hierher zu zählen, denn diese sind Zellderivate, die freilich noch funktionieren, aber keine biologische Vollwertigkeit mehr besitzen, weil sie nicht imstande sind, sich zu vermehren. Ihnen kommt deswegen auch

Digitized by Google

keine altruistische Bedeutung zu. Sie sind die Agenten für den Austausch von Sauerstoff und Kohlensäure. Die übrigen Zellen des Körpers hängen aber sämtlich miteinander zusammen, so dass Stoffwechselprodukte unmittelbar von einer Zelle zur andern übertragen werden können, wie es bei allen gefässlosen Metazoen geschieht. Allerdings wird dies zunächst nur auf benachbarten Gebieten möglich sein. Die Uebertragung der Stoffwechselprodukte auf entferntere Gebiete wird durch die Zirkulation bedingt, die in den Lymphbahnen die Möglichkeit besitzt, eine gleichmässige Verteilung der Stoffwechselprodukte innerhalb eines Organs zu bewirken und durch die Blutbahn die Stoffwechselprodukte durch den gesamten Körper zu verteilen. Vergessen darf man auch nicht, dass ein Zusammenhang durch die Nervenbahnen besteht, und dass, wenn auch nicht Stoffwechselprodukte und korpuskuläre Bestandteile durch dieselben verbreitet werden, so doch Reizerscheinungen, die von einem Punkt ausgehend durch Vermittelung der Ganglien und des Zentralnervensystems nach anderen Körperteilen hingelenkt werden können.

Nun hängt die Grösse und Funktion eines Organs in erster Linie von dem Bedürfnis ab. Das Prinzip der Oekonomie, das zuerst von E. Mach in die Naturbetrachtung eingeführt wurde, ist ein allgemein gültiges. Eine Niere z. B. ist nicht grösser als notwendig, um die betreffenden Mengen harnfähiger Substanzen aus dem Körper herauszuschaffen. Wir wissen, dass die Nieren ausserordentlich fein auf dieses Bedürfnis reagieren. Menschen, die viel trinken, haben grössere Nieren, grosse Menschen haben an und für sich schon grössere Nieren, kleine Menschen kleine. Wird eine Niere exstirpiert, so vergrössert sich die andere so weit, wie es zur ausreichenden Funktion notwendig ist, aber nicht darüber hinaus. Wenn man sich vorstellen würde, dass die Individuen sich in der Weise verändern, dass sie mehr harnfähige Substanzen bildeten, so würden sie notwendig auch grössere Nieren bekommen, und es versteht sich, dass dasselbe Verhältnis sich nicht bloss auf die definitiven Nieren erstrecken würde, sondern auch bereits auf die Urnieren. Die Mehrfunktion der Nieren würde aber wieder altruistisch auf die übrigen Organe einwirken. Dadurch müsste schliesslich ein Individuum entstehen mit ganz anderem Stoffwechsel. Geht diese Veränderung so weit, dass die Eiweissreaktion sich ändert,

Digitized by Google

so ist eine physiologische Trennung und damit eine neue Art gegeben. Das ist natürlich nur ein Beispiel, ein Bild, wie man sich das Zustandekommen einer Aenderung denken kann, aber nicht eine Behauptung, dass es wirklich so gewesen sein müsste. Es gibt indessen Bildungen bei manchen Tieren, die sich tatsächlich so erklären lassen und ohne eine solche Auffassung ganz unverständlich sind, z. B. die starke Entwicklung der Leber bei den Crustaceen. Dasselbe gilt auch von allen übrigen Organen. Wir nennen das im allgemeinen Arbeitshypertrophie, aber diese Arbeitshypertrophie ist ja in ganz ausgezeichneter Weise entweder eine altruistische oder eine korrelative Erscheinung. Ist sie lediglich lokal ausgebildet wie bei der Halsmuskulatur der Cerviden, so handelt es sich um eine einfache Korrelation, bezieht sich der Vorgang auf eine Stoffwechselveränderung des gesamten Körpers oder tritt sie als Artcharakter auf, so ist es Altruismus. Aus diesen Beispielen, die sich beliebig vermehren lassen, ist unzweifelhaft zu ersehen, dass die altruistischen Erscheinungen eine Folge der mechanischen Bedingungen und des Zusammenhanges des Stoffwechsels der einzelnen Organe darstellen, und es ist dieser Umstand, den ich früher schon in meinen „Zellstudien“ und auch in einem Vortrag bei der Aachener Naturforscher-Versammlung im Jahre 1900 hervorgehoben habe, neuerdings wieder besonders betont worden in einem Aufsatz von Krehl: „Ueber die Störung chemischer Korrelation im Organismus“ [1]). Dass auch hier wieder der Ausdruck Korrelation promiscue für wirkliche Korrelation und für Altruismus gebraucht ist, brauche ich nach dem früher Gesagten nicht mehr hervorzuheben.

Auch die Tatsache der Regeneration fasse ich als eine altruistische Erscheinung auf. Wenn durch eine Wunde oder eine Krankheit ein Gewebsteil verloren geht, so tritt dadurch eine Störung des Gleichgewichts im Körper auf. Man hat gewöhnlich gesagt, dass das eine Entspannung der Gewebe bedeute und dass dadurch die Zellwucherung in der Nachbarschaft angeregt wurde. Nach dieser Art der Erklärung würde die Regeneration lediglich korrelativen Charakter haben. Ich glaube aber, dass diese Störung

1) Stuttgarter Naturforscher-Versammlung 1906.

Digitized by Google

des Gleichgewichtes je nach der Grösse des Defektes auch in dem übrigen Körper Reaktionserscheinungen hervorrufen muss. Darauf deutet auch die Tatsache hin, dass, wenn man Tieren grössere Defekte beibringt, diese relativ schneller ersetzt werden als bei kleinen Defekten. Wenn z. B. bei Krebsen gleichzeitig beide Scheren und die beiden letzten Gangbeinpaare abgeschnitten werden, so erfolgt die Regeneration rascher, als wenn eine Schere allein abgeschnitten wird[1]). Ganz besonders aber sprechen die häufig bei Regenerationen beobachteten Reduktionsvorgänge für deren altruistischen Charakter.

So haben Bardeen[2]) und Child[3]) nachgewiesen, dass bei der Regeneration von Turbellarien bei Stücken, die den Pharynx enthalten, dieser zerstört und dann kleiner neu gebildet wird, der Grösse des kleineren regenerierten Tieres entsprechend. Offenbar handelt es sich hier um altruistische Beeinflussung der Entwicklung zwischen den einzelnen Organen. Das kleinere Tier kann mit einem grösseren Pharynx gar nichts anfangen. Eine Umbildung desselben ist unmöglich, also geht derselbe verloren und wird durch eine Neubildung ersetzt. Ebenfalls auf altruistische Vorgänge dürfte der Scherenaustausch bei gewissen Krebsen (Alpheus, Calianassa, Portunus) zurückzuführen sein. Wenn die grössere Schere dieser Krebse entfernt wird, so wächst die übrig gebliebene kleine zu einer grösseren Schere aus, und dieses Heranwachsen ist vollzogen, wenn auf der anderen Seite die Regeneration vor sich geht, durch die dann nur eine kleine Schere entsteht. Diese Tiere gebrauchen aber nur eine einzige grosse Schere, und so ist das Gleichgewicht des Körpers vollkommen hergestellt, wenn sich an Stelle der abgeschnittenen grossen Schere nur eine kleine entwickelt, wie sie ursprünglich auf der andern Seite vorhanden war. Schneidet man dagegen die kleine Schere ab, so entwickelt sich an deren Stelle auch nur wieder eine kleine. Die grosse der andern Seite bleibt dann unverändert.

Man muss sich aber auch weiter eine Vorstellung bilden, wie

1) Zeleny, Journ. of experimental zoology. Bd. II. 1905.
2) Amer. Journ. of Physiol. Bd. 5. 1901.
3) Biolog. Bull. Bd. 5—8. 1903—5.

Digitized by Google

bei der Entwicklung des Organismus diese Abhängigkeit der Organe zustande kommt, und auch das habe ich schon in meinen „Zellstudien“ ausführlich besprochen, und es ergibt sich das kurz aus folgender Betrachtung. Das befruchtete Ei stellt potentia den gesamten Körper dar. Wenn dasselbe in Teilung übergeht, so kann sich zweierlei ereignen. Entweder wird zunächst das Ei in eine Anzahl gleichartiger Zellen zerteilt, die aber jede nicht mehr den ganzen Körper repräsentieren, sondern einen Teil desselben, denn wenn man diese einzelnen Furchungskugeln isoliert, so bekommt man nicht mehr ein normales Individuum, sondern eine Zwergform. Oder es entstehen von vornherein ungleichmässige Zellen, wie z. B. bei der Mehrzahl der Insekten und bei manchen Würmern. Auch bei der äquaten Teilung tritt früher oder später eine ungleichartige Teilung ein, so dass nun nicht mehr jede Zelle imstande ist, ein ganzes, wenn auch zwergenhaftes Individuum zu produzieren, sondern die einzelnen Zellen nunmehr bestimmten Organen oder Organgruppen entsprechen. Jede einzelne Zelle repräsentiert also nicht mehr den gesamten Körper, sondern einen Teil desselben und gerät dadurch von vornherein in ihrem gesamten Stoffwechsel in Abhängigkeit von den übrigen Zellen. Würde man z. B. bei den Dicyemiden die grössere Zelle entfernen, so würde man nur einen Körper ohne Geschlechtsorgane erhalten, oder würde man umgekehrt die kleineren Zellen entfernen, so würde nur diejenige Zelle übrig bleiben, aus der sich später die Geschlechtszellen entwickeln. Bei der weiteren Teilung geht nun diese Differenzierung immer vorwärts, wobei sich gleichzeitig die Zellen in gleichartige Gruppen teilen, die zusammen ein Organ bilden und die nun als Einheit dem übrigen Körper gegenüber aufzufassen sind und sich als solche ebenso verhalten wie ursprünglich die einzelnen Zellen. Wenn auch bei der weiteren Entwicklung der Prozess kompliziert und unübersichtlich wird, so bleibt er doch im Prinzip immer dasselbe wie in den ersten Anfängen, und man sieht also, dass die altruistische Beziehung der Organe eine unmittelbare Folge der ontogenetischen Entwicklung ist. Ich glaube, dass sich aus diesen Betrachtungen auch ein Hinweis darauf ergibt, wie die Metazoen phylogenetisch aus Protozoen entstanden sein könnten.

Digitized by Google

Im allgemeinen macht man sich davon eine verkehrte Vorstellung. Die landläufige Theorie geht, wie bekannt ist, dahin, dass mehrere gleichartige Individuen miteinander in Verbindung blieben und äusserlich zu einem mehrzelligen Tiere sich zusammentaten. Bei einem solchen Geschehen blieben aber die einzelnen Individuen, die sich miteinander vereinigten, vollwertig, so dass aus jedem einzelnen wieder eine Nachkommenschaft resultierte. Solche Tiere, wie z. B. Volvoxarten oder Mikrogromia socialis, lassen keinerlei Differenzierung der Einzelindividuen voneinander erkennen. Ein Zusammenschluss mehrerer Individuen ist vielmehr analog einer Stockbildung und würde sich vergleichen lassen mit den Siphonophoren, mit Korallenstöcken und selbst mit den Bienen- und Ameisenstaaten. Die einfachsten Metazoen, die wir kennen, stellen stets einen Zusammenhang von gegeneinander differenzierten Zellen dar. Selbst wenn die Zellen, die das Individuum zusammensetzen, einander äusserlich gleich sind, so ist doch mindestens eine Arbeitsteilung insofern eingetreten, als jede einzelne Zelle einen Teil der Arbeit übernimmt und an und für sich ohne weitere Entwicklung nicht imstande ist, das Ganze zu ersetzen oder zu reproduzieren. Man hat sich meiner Ansicht nach die Entstehung der Metazoen aus den einzelligen Wesen so vorzustellen, dass eine Differenzierung voranging etwa wie bei den Ciliaten, den Radiolaren und anderen. Der Macronucleus bei den Paramäcien ist offenbar eine phylogenetische Andeutung einer somatischen Bildung im Gegensatz zum Micronucleus; man könnte also von einem einzelligen Metazoon sprechen. Die weitere Differenzierung führte dann zu der Notwendigkeit einer Arbeitsteilung, die über die Bedingungen einer einzelnen Zelle hinausging, indem die besonders differenzierten Teile als Zellen abgeschnürt wurden, aber wegen ihrer altruistischen Unselbständigkeit mit dem übrigen Teil in Zusammenhang bleiben mussten. Wenn hier zunächst nur von einzelnen Zellen die Rede ist, so ist das natürlich nur der Einfachheit halber gesagt. Es könnte ebenso gut gleichzeitig eine grössere Anzahl untereinander verschiedener Zellen entstehen, die mehr oder weniger im Zusammenhang bleibt, oder es könnte auch jede einzelne besonders charakterisierte Zelle sich wiederum in eine

Digitized by Google

Summe einzelner gleichartiger auflösen, als erster Ausdruck für eine Organbildung.

In der Differenzierung kann auch die Entstehung der Zweigeschlechtlichkeit zu suchen sein. Die Differenzierung führte zuerst zur Entstehung zweier sehr ähnlicher, aber nicht vollkommen gleicher Individuen, die durch einen Prozess der Entdifferenzierung in ein Abhängigkeitsverhältnis zu einander kamen. Die Kopulation zweier solcher entdifferenzierter Individuen ergibt wieder eine Generation von Tochterindividuen. Die allgemeine Verbreitung der geschlechtlichen Fortpflanzung deutet nicht auf eine Notwendigkeit dieser Einrichtung, sondern nur auf ihr phylogenetisch hohes Alter, ebenso wie jede andere organische Einrichtung, die eine grosse Verbreitung im Tierreich hat, z. B. die Augen, das Zentralnervensystem, die Leber, oder noch mehr die Flimmerbewegung und die mitotische Zellteilung. Die Zweigeschlechtlichkeit wäre also als eine Resultante aufzufassen, als die Folge bestimmter Ereignisse, und es wäre unrichtig, in diesem Sinne ihre Bedürfnisfrage zu diskutieren.

Betrachtet man nun nicht allein die Beziehungen der Organe untereinander innerhalb der einzelnen Individuen, sondern vergleicht man von diesem Standpunkt aus die verschiedenen Arten und Varietäten, so findet man, dass ganz konstante Beziehungen nicht selten dabei festzustellen sind. So macht schon Darwin darauf aufmerksam, dass die weissen Katzen mit blauen Augen taub sind, und dass diese Kombination mit grosser Konstanz vorkommt. Ferner erwähnt er die fehlende Behaarung und die eigentümliche Zahnbildung des nackten türkischen Hundes und die eigentümliche Kutikularentwicklung der Cetaceen und Edentaten mit der besonderen Zahnbildung. Wir sehen ja auch bei gewissen Missbildungen des Menschen, nämlich den sogen. Haarmenschen, deren Lanugohaare eine besondere Ausbildung erlangt haben, dass ganz bestimmte Defekte an den Zähnen zustande kommen. Nun könnte die Entwicklung der Lanugohaare als eine funktionell hypertrophische Erscheinung angesehen werden. Das ist aber eigentlich nicht der Fall, denn die Entwicklung beruht auf einer Beharrung in einem fötalen Zustande und einer mangelhaften Entwicklung der definitiven

Digitized by Google

Haarbildung der Haut. Beispiele für sonstige regelmässige Kombinationserscheinungen lassen sich zahlreich auffinden. Ich erwähne nur die ungewöhnlich stark entwickelten Hinterbeine der schwanzlosen Katzen, ferner die auffallende Verschiedenheit der Samenfäden bei oft nahe verwandten Arten, wie z. B. bei Rana temporaria und esculenta. Vielleicht ist auch die verschiedene Bildung der äusseren Geschlechtsorgane, die so sehr wichtig für die physiologische Isolierung der Arten bei nahe verwandten Spezies ist, auf altruistische Veränderungen zu beziehen. Simroth[1]), der über die schwarzen Hamster als typische Mutation berichtet, führt ausdrücklich an, dass nicht nur die Hautfärbung eine andere sei, sondern dass auch eine schlankere Figur hinzukäme, ein stärkeres Hervortreten der Augen, eine geringere Verbreiterung des hinteren Körperabschnittes und wahrscheinlich auch innere anatomische Veränderungen. Bei der Rassenbildung der Haustiere ist es unschwer, zahlreiche solche altruistischen Beziehungen zwischen den einzelnen Körperteilen nachzuweisen. Der Züchter hat es wohl in der Hand, einzelne Körperteile beliebig zu gestalten, z. B. bei den Hunden eine besondere Kurz- oder Langschnäuzigkeit, ein besonders feines Gehör, oder einen besonders feinen Geruch, lange zum Laufen geeignete oder kurze krumme Beine, einen besonders geformten oder behaarten Schwanz, oder bei den Vögeln bestimmte Arten der Befiederung oder der Schnäbel usw. Aber er hat es nicht in der Hand, diese charakteristischen Eigenschaften in beliebiger Weise zu kombinieren, sondern bei der prononzierten Züchtung irgend einer Form eines Körperteiles ergeben sich Nebenprodukte an den übrigen Organen, deren Richtung und Bedeutung sich von vornherein garnicht übersehen lässt. So ist es ganz unzweifelhaft, dass die ausschliessliche Züchtung der Rinder auf starke Milchproduktion eine Schwächung des übrigen Körpers mit sich gebracht hat, die zu der ungeheuren Verbreitung der Tuberkulose unter dem Rindvieh geführt hat. Es hat die grössten Schwierigkeiten gemacht, eine Schafrasse zu züchten, die gleichzeitig gutes Fleisch und gute Wolle produziert, weil sich als Nebenprodukt für gute Wolle gebende Schafe in der Regel eine schlechte Fleischbeschaffenheit

1) Biolog. Zentralblatt. Bd. 26.

Digitized by Google

ergab. Die körperliche Widerstandsfähigkeit aber dieser Tiere, die beide Eigenschaften in sich vereinigen, ist eine sehr geringe, und sie sind deswegen von bestimmten klimatischen und Ernährungsverhältnissen mehr abhängig als andere weniger spezialistisch gezüchtete Rassen.

Dass diese altruistischen Nebenprodukte bei der Entstehung der Arten eine überaus grosse Rolle spielen, dürfte ausser Zweifel sein, und ich glaube, dass eine grosse Zahl von Körperformen, die bisher nach dem Selektionsprinzip unerklärbar waren, als solche altruistischen Nebenprodukte aufzufassen sind. Besonders sind hierher solche Bestandteile des Körpers zu rechnen, die sich nicht nur als gleichgiltig, sondern, wie vorher schon angedeutet, in ihrer weiteren Ausbildung geradezu als schädlich erwiesen haben und nicht selten den Untergang der Arten herbeiführten. Um nur einige Beispiele zu nennen, erwähne ich das ungeheure Geweih des Cervus euryceros, die übermässig grossen Eckzähne des Machairodus. Es würde hierher auch zu rechnen sein die extreme Körpergrösse vieler vorweltlicher Tierarten, deren Zugrundegehen schliesslich auf die Unmöglichkeit der Ernährung zurückzuführen sein dürfte. Weiter muss man auch Defekte in den Instinkten mancher Tiere hierher rechnen, z. B. bei den Seekühen und dem Riesenalk, die infolge ihrer geringen Scheu vor den Menschen ausgerottet wurden. Wie weit diese altruistischen Beziehungen auch für die in der Abnahme begriffenen Organe in Betracht kommen, wird noch in einem anderen Kapitel ausführlich zu besprechen sein.

Nun besteht aber diese Abhängigkeit nicht nur zwischen den einzelnen Teilen eines Organismus, sondern auch zwischen den Organismen untereinander, unter den verschiedenen Individuen, Variationen, Arten, Familien und Gattungen usw.

Dieser Zusammenhang zwischen sämtlichen Lebewesen der Erde ist vielfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen und hat zu den interessantesten Beobachtungen geführt. Es fragt sich nun, was von diesem biologischen Zusammenhang als Altruismus zu bezeichnen ist, denn da dieser Zusammenhang ein sehr verschiedener ist, so würde man zu der Frage geführt werden, ob das alles Altruismus sei oder nicht. Ein Zusammenhang besteht ja schliesslich auch zwischen Lebewesen und toter Materie, und

Digitized by Google

zwar ist derselbe offenbar ein sehr inniger. Bunsen fand z. B. mit Hilfe seiner Spektralanalyse, dass das Lithium in dem Granit des Odenwaldes in der Asche der Hölzer und Früchte zu finden ist, welche auf diesem Granitboden in Heidelbergs Umgebung wachsen. Ja auch noch in der Milch der Kühe, welchen diese Früchte als Futter gedient hatten, konnte Lithium nachgewiesen werden, und es ist unzweifelhaft, dass wenn man noch einen Schritt weiter gehen würde, man auch bei Menschen, die sich von dieser Milch nähren würden, das Lithium auffinden könnte. Lithium spielt nun aber im Stoffwechsel der Tiere, so viel bisher bekannt ist, keine weitere Rolle, wie es ja überhaupt Elemente gibt, die den Tierkörper passieren, ohne irgend welche Bedeutung für ihn zu haben. Wenn z. B. Uroceridenlarven Bleiplatten annagen, so passiert das Blei den Körper dieser Tiere in nichtgelöstem Zustand, wirkt deswegen nicht giftig und tritt in keine Beziehung zum Stoffwechsel. Anders ist es mit Kupfer. Manche Amöben vermögen in Kupfer Gänge hineinzugraben. Kupfer kommt aber auch sonst im Organismus vor und ist z. B. in der Leber des Menschen, in gewissen Vogelfedern und anderwärts gefunden worden. Es ist auch sehr wahrscheinlich, dass gewisse minimale Quantitäten von Kupfer für einen normalen Stoffwechsel notwendig sind, wenn es auch nur selten eine so ausgesprochene Rolle als Sauerstoffvermittler übernimmt wie bei manchen Schnecken und Cephalopoden. Würde also Kupfer aus der Zugänglichkeit für die Lebewesen verschwinden, so würde der Stoffwechsel derselben sich ändern müssen, und solche Tiere, deren Existenz von der Anwesenheit des Kupfers abhängt, würden sich entweder wesentlich modifizieren müssen oder zu Grunde gehen. Viel wichtiger als die genannten Elemente sind aber andere, wie bekanntlich das Eisen, Arsenik usw. Man sieht also, dass eine innige Beziehung besteht zwischen dieser leblosen Materie und den Lebewesen, ohne dass man das nun als Altruismus bezeichnen könnte, denn dieser bedeutet ja immer die Gegenseitigkeit der Leistungen, ist also ein lediglich biologischer Begriff.

So vollkommen einseitige Beziehungen wie zwischen der leblosen Natur und den Lebewesen, wodurch wohl die letzteren einen Vorteil gewinnen, während die leblosen Bestandteile einfach kon-

Digitized by Google

sumiert werden, existiert bei Lebewesen untereinander nicht. Darwin[1]) sagt unzweifelhaft mit Recht: „Obwohl ich nicht glaube, dass irgend ein Tier in der Welt etwas zum ausschliesslichen Nutzen einer anderen Art tue, so sucht doch jede Art Vorteil von den Instinkten anderer zu ziehen und hat Vorteil von der schwächeren Körperbeschaffenheit anderer.“ Selbst der Parasitismus ist nicht immer einseitig, sondern es gibt eine grosse Zahl von Parasiten, bei denen zweifellos auch der Wirt einen Nutzen aus dem Parasiten erzielt. Wir können zwar nicht ohne weiteres einsehen, ob der Mensch irgend welchen Nutzen zieht von den auf oder in ihm wohnenden tierischen Parasiten, und es ist sehr wahrscheinlich, dass ein solcher Nutzen überhaupt garnicht für den Menschen besteht, denn es würde nicht ohne weiteres möglich sein, irgend etwas anzuführen, wodurch ein Bandwurm, ein Distoma, eine Filarie oder gar eine Zecke, ein Floh oder eine Laus einen Nutzen für seinen Wirt brächte. Aber dass pflanzliche Parasiten für ihre Träger von grossem Nutzen sein können, haben zahlreiche Versuche gezeigt. So sind die den Darm bewohnenden Bakterien zweifellos für die Verdauung gewisser Substanzen notwendig. Das hat der bekannte Schotteliussche Versuch, der auch von Thierfelder richtig befunden wurde, erwiesen, indem dadurch gezeigt wurde, dass zwar Meerschweinchen ohne Darmbakterien eine zeitlang existieren können, dass sie aber im Wachstum hinter solchen mit Darmbakterien zurückbleiben. Moro[2]) hat diese Versuche an der Knoblauchskröte (Pelobates fuscus) nachgeprüft und gefunden, dass die bakterienfreien Tiere sich schlechter entwickeln als die Kontrolltiere. Beim Menschen ist die zuverlässige Beobachtung gemacht worden, dass die saprophytischen Vaginalbakterien die pathogenen Keime in kürzester Zeit töten, und dass selbst sehr virulente pathogene Bakterien in der mit einer normalen Flora ausgestatteten Vagina nicht zu existieren vermögen (Döderlein-Krönig). Es ist oft schwer, zu beurteilen, was für einen Nutzen manche Pflanzen von den Milben ziehen, aber dass dieselben schädliche Pilzwucherungen entfernen, unterliegt wohl keinem

1) Entstehung der Arten. S. 238.
2) Jahrbuch f. Kinderheilkunde. 1905.

Digitized by Google

Zweifel und wird auch von Kraepelin[1]) anerkannt, und der Nutzen ausdrücklich betont, dass die Gallenbildung nicht einen einfachen Parasitismus darstellt, sondern an Symbiose grenzt, da manche Pflanzen einen ganz offenbaren Vorteil von der Gallenbildung haben. Daher haben manche Pflanzen auch ganz bestimmte Einrichtungen ausgebildet, die den Aufenthalt solcher Parasiten ermöglichen, die sie von anderen Schädlingen befreien, so z. B. die sogenannten extranuptialen Nektarien bei den Pappeln, dem Schneeball, Hollunder, Syringen, Pflaumen, Mandeln usw. Ebenso locken manche Gallen durch Honig- und Zuckerausscheidung die Ameisen als „Schutzgarde" an, wie z. B. Cynips quercus melliariae, Mellaphorus bagoti usw. Es kann nicht unbedingt als richtig anerkannt werden, wenn Kraepelin z. B. S. 92 behauptet, dass von Seiten der Wirtstiere gegenüber den Parasiten keine Schutzmittel gebildet werden, denn wir sehen, dass gerade gegenüber den pflanzlichen Parasiten die im Körper gebildeten Antistoffe zweifellos als solche Schutzmittel zu betrachten sind. Und vielleicht dürfte gerade die Bildung solcher Antistoffe, deren Wirkung für den ganzen Stoffwechsel nicht gering angeschlagen werden darf, als eine der Leistungen anzusehen sein, die auch scheinbar rein parasitisch lebende Tiere dem Wirtsorganismus entgegenbringen.

Bei vielen Tieren ist dieser Parasitismus ein dauernder Zustand geworden, z. B. bei Amoeba viridis, Euglena viridis, Stentor polymorphus, ebenso bei manchen Radiolarien, Hydrozoen und Aktinien. Bei Hydra viridis ist die sie bewohnende Chlorella isolirt worden. Der Parasit dringt bei Hydra ebenso wie bei Convoluta roseofiensis in die Eier ein und wird so hereditär übertragen. Diese Tiere können ohne ihre Parasiten gar nicht leben, mit ihnen aber eine gewisse Zeitlang sogar in destilliertem Wasser.

Das habe ich alles angeführt, um dadurch zu zeigen, dass die Einteilung, die man für die verschiedenen Beziehungen der Lebewesen untereinander in der Zoologie und in der Botanik ein-

1) Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Leipzig 1905.

Digitized by Google

geführt hat, nicht eine scharfe Umgrenzung der verschiedenen Verhältnisse bedeutet, sondern dass dieselben vielfach ineinander übergehen, und dass selbst der Parasitismus nicht vollkommen ausserhalb altruistischer Beziehungen steht. Nun ist es ja zweifellos an und für sich für das Verständnis zweckmässig, dass man diese verschiedenen Beziehungen mit verschiedenen Namen belegt hat, so dass man z. B. Synöken solche Tiere nennt, die miteinander leben, und Epöken solche, die auf- oder ineinander leben. Synöken im engeren Sinne sind dann auch diejenigen, bei denen ein Tier die Wohnung des andern mit benutzt, und Paröken solche, bei denen das eine Tier nur in der Nähe des andern lebt. Es ist auch gewiss berechtigt, dass man die Kommensalen von den Parasiten trennt, und dass man zwischen Parasitismus und Mutualismus unterscheidet. Aber alle diese gemachten Unterschiede sind nicht absolut scharf voneinander zu trennen, und es ist gewiss mancher Spielraum gegeben, um z. B. den Namen Synöken mehr oder weniger weit auszudehnen. Es würde auch meiner Ansicht nach nichts dem entgegenstehen, den Ausdruck Symbiose so zu erweitern, wie es Schillings[1]) getan hat. Die scharfen Angriffe, die deshalb Wasmann gegen ihn gerichtet hat, scheinen mir in dem Maße durchaus nicht berechtigt. Vielmehr erscheint das ganze Zusammenleben zwischen der gesamten Lebewelt und wieder das gruppenweise Zusammenleben zwischen Tieren und Pflanzen, zwischen verschiedenen Tierarten untereinander, zwischen Gruppen von gleichartigen Tieren und endlich auch das paarweise Zusammenleben zweier Geschlechtsindividuen als der Ausdruck mehr oder weniger ausgebildeten Altruismus und Korrelation. Manchmal erscheinen diese Dinge rein zufällig, wenn sich z. B., wie es Schillings beschreibt, in einer Herde verschiedene Antilopenarten, Gnus und Zebras befinden, obwohl erst ein genaueres Studium der Psychologie dieser Tiere eine nähere Aufklärung darüber bringen könnte, was ein solches doch mit einer gewissen Regelmässigkeit vorkommendes Zusammenleben veranlasst. In anderen Fällen ist der Zweck dieses Zusammenlebens ohne weiteres zu erkennen. Wenn z. B. gewisse Vogelarten, die von den Maden der Rinder

1) Mit Blitzlicht und Büchse.

Digitized by Google

oder anderer Säugetiere leben, nicht bloss diese von ihren Parasiten befreien, sondern auch gleichzeitig die herannahende Gefahr durch Auffliegen und Schreien zu erkennen geben, so nutzen die Maden als Nahrung den Vögeln und diese wieder durch Anzeigen der Gefahr den Rindern; also bringen die Maden den Rindern einen Nutzen, der für die Erhaltung der Arten den angerichteten Schaden überwiegen kann. Ebenso ist in dem herdenweisen Zusammenleben zweifellos ein Zeichen des Altruismus zu erkennen. Nicht nur bei höheren Tieren, die durch ihre Masse einen grösseren persönlichen Schutz geniessen gegenüber Feinden, als wenn sie einzeln sich zerstreuten, sondern man sieht denselben auch bei niederen Tieren und selbst bei Pflanzen. Die Sylphen und Totengräber (Necrophorus) bilden gewissermassen einen Zweckverband, um den Leichnam eines Maulwurfs oder einer Maus einzugraben. Wenn die Larven der Sciara-Arten durch Nahrungsmangel zum Wandern veranlasst werden und so die sogenannten Heerwürmer bilden, so schützen sie sich dabei unzweifelhaft gegenseitig vor dem Vertrocknen, wenn sie eine Strecke über dürren und trocknen Boden zurücklegen müssen. Das einzelne Tier würde dadurch sicher zu Grunde gehen. Aehnliche Verhältnisse bestehen bei der Feige, der Maulbeere u. a., bei denen durch Auswachsen des Perigons der ganze Blütenstand zu einer Beere auswächst und dadurch vor Feinden geschützt wird. Wenn der Vorteil, den das einzelne Individuum von einem solchen Zusammenhalten der Masse hat, auch nicht in jedem Falle ohne weiteres einzusehen ist, so ist in besonderen Fällen derselbe doch offenkundig, und man darf daraus für diejenigen Fälle, bei denen uns die Einsicht fehlt, den Rückschluss machen, dass auch bei diesen durch das Zusammenhalten der einzelnen Individuen nicht allein der Fortpflanzungstrieb hervorgebracht wird. Es ist z. B. nicht ohne weiteres ersichtlich, warum die Noktiluken, die Quallen, die Siphonophoren, die Copepoden, die Salpen usw. in Schwärmen auftreten, waram Seerosen, Korallen, Austern, Miesmuscheln, Röhrenwürmer usw. Kolonien bilden, warum Fische in grossen Zügen auftreten und sich als solche zusammenhalten. Man hat deswegen diese Form als unorganisierte Vergesellschaftung von Tieren bezeichnet.. Dagegen ist bei den sogenannten organisierten Gesellschaften, z. B. bei den

Digitized by Google

Treiberameisen, bei den Zügen der Wildenten, Wildgänse und Kraniche schon durch die besondere Anordnung mit der Einrichtung eines Schrittmachers oder Vorfliegers ein bestimmter Zweck ersichtlich. Andere Gruppen stellen direkte Wachtposten aus, wie die Krähen, die Präriehunde, die Murmeltiere, die Gemsen usw. Auch der gemeinsame Nahrungserwerb kommt in Betracht, wie bei den Kormoranen, den Wölfen und anderen. Hierher dürften auch die Insektenstaaten der Bienen und Ameisen zu rechnen sein, obgleich dabei noch kompliziertere Differenzierungen eingetreten sind, die eine besondere Herkunft und auch zweifellos eine besondere Bedeutung haben. Denn wir erkennen bei ihnen ein festes Gefüge der einzelnen Individuen durch die verschiedenartigen Differenzierungen derselben, so dass bei ihnen die altruistischen Beziehungen noch besonders enge geworden sind. Sie stellen offenbar eine Mittelstufe dar zwischen dem Leben in einer Ehe (die ja bekanntlich ausser beim Menschen auch bei vielen Vögeln, z. B. den Störchen, den Schwalben, den Bartmeisen, manchen Tauben und den Schwänen vorkommt, und, wenigstens für eine gewisse Zeit, auch bei manchen Fischen und Schlangen), und denjenigen Individuen, bei denen das Zusammenleben schliesslich zu einer festen Vereinigung geführt hat. Das ausgezeichnetste Beispiel dieser letzteren Art bilden bekanntlich die Siphonophoren, die wie ein einzelnes Individuum erscheinen, sich aus gesonderten Fresspolypen, Geschlechtstieren, Deck- und Fangindividuen zusammensetzen. Ganz ähnlich verhalten sich auch manche Bryozoen, wie z. B. Cristatella mucedo, die sich in toto vermittelst eines Basalmuskels fortzubewegen vermag. Gleiche Vereinigungen finden auch zwischen zweigeschlechtlichen Tieren statt, z. B. bei den Schmarotzerkrebsen, den Bopyriden und Chondracanthiden, sowie auch bei freilebenden Gephyreen (Bonellia), bei denen die winzigen Zwergmännchen als Parasiten auf dem Leib des Weibchens leben. Die merkwürdigste Vereinigung aber findet sich bei Diplozoon paradoxum, bei dem die beiden Geschlechtsindividuen vollständig miteinander verwachsen sind.

Nun sind die altruistischen Beziehungen der Tiere und Pflanzen untereinander nicht immer so vollständig spezialisierte, dass sie nicht in mannigfacher Weise variieren könnten. Das gilt z. B. in

Digitized by Google

erster Linie von den Blumen befruchtenden Insekten. Seit Sprengel[1]) im Jahre 1793 diese Tatsache entdeckte, ist ja dieselbe sehr häufig und ausführlich untersucht worden, und es braucht hier nur kurz angeführt zu werden, dass sowohl Insekten, als auch Kolibris und Schnecken diese Befruchtung herbeiführen können und dadurch in altruistische Beziehung zu den Pflanzen treten.

Einige dieser Beziehungen sind allerdings besonders merkwürdig, und darauf hat ja schon Darwin hingewiesen, so in seinem bekannten Beispiel der Abhängigkeit des Kleesamens von den Katzen, das zwar vielfach parodiert wurde, aber doch meiner Ansicht nach von der allergrössten Bedeutung ist. Die wunderbare Einrichtung mancher Ameisenarten, von denen man schon lange wusste, dass sie Blätter schneiden und zusammentragen, hat ihre Aufklärung erst gefunden dadurch, dass auf diesen zusammengetragenen Blättern eigentümliche Pilze wachsen, die also gewissermassen von diesen Ameisen als Reinkulturen gezüchtet werden, und dass die Ameisen erst wieder von den Fadenanschwellungen dieser Pilze leben[2]). Die Haarameisen und die Höckerameisen benutzen zu demselben Zweck statt der Blätter Holzfasern und Bohrmehl. Noch einige andere Beispiele möchte ich hier anführen, so z. B. die Symbiose der Rädertiere und der Milben mit den Lebermoosen, in deren Bechern sie leben. Sie existieren von den hier angehäuften organischen Stoffen und bringen wieder der Pflanze durch ihren Dünger Vorteil. In ähnlicher Weise verhalten sich die sogen. Akarodomatien bei Linden, Erlen, Ulmen, Ahorn, Haselnuss usw. Manche insektenfressende Pflanzen sezernieren eine besondere pepsinhaltige, saure Verdauungsflüssigkeit. Bei anderen aber, z. B. bei Utricularia arten können die gefangenen Muschelkrebse, Wasserflöhe, Cyclopsarten und Naiden nicht ohne weiteres verdaut werden, sondern die Verdauung geschieht erst durch besondere Bakterien, die also wiederum in Symbiose mit dieser Pflanzenart stehen. Die Passionsblumen fangen Insekten, die als Nahrung für die Kolibris dienen, und durch diese tritt dann erst

1) Das entdeckte Geheimnis der Natur in Bau und Befruchtung der Blumen.

2) Möller, Die Pilzgärten südamerikanischer Ameisen. Jena 1893.

Digitized by Google

wiederum die Bestäubung der Pflanzen ein. Am merkwürdigsten aber ist bekanntlich der Befruchtungsvorgang bei der Feige. Dieselbe hat zwei Arten von Blüten, die einen mit einem grossen Griffel, die andern, die Staubgefässblüten tragen und in denen die zugleich vorhandenen Stempelblüten ausserordentlich kurz sind. Die Bestäubung geschieht durch Blastophaga grossorum in der Weise, dass die Tierchen in das Innere der Feigenurne hineinkriechen, aber nur in die kurzgriffligen weiblichen Blüten ihre Eier legen. Dabei beladen sie sich mit Blütenstaub, mit dem sie auch die langgriffligen Stempelblüten ohne Staubgefässblüten betreten und auf diese Weise befruchten. Die kurzgriffligen Urnen gehen dann zugrunde dadurch, dass sich um die Eier eine Galle bildet. Diese Einrichtung ist für die Befruchtung des Feigenbaumes absolut notwendig, denn es hat sich gezeigt, dass in Kalifornien erst die Einführung guttragender Feigen gelang, nachdem auch die Blastophaga grossorum mit eingeführt wurde. Dofflein[1]) berichtet über eine interessante Beziehung der Raubvögel zu den Schmetterlingen in Ceylon. Während im Walde kaum ein intaktes Schmetterlingsexemplar aufzufinden ist, weil alle von Vögeln angegriffen wurden, so findet man ausserhalb des Waldes am Rande desselben die Schmetterlinge unversehrt, weil hier die betreffenden Vögel von den Raubvögeln verscheucht werden. Dieses Beispiel ist nicht nur interessant wegen seiner unerwarteten altruistischen Aufklärung, sondern auch, weil es aufs bestimmteste beweist, dass Vögel Schmetterlinge verfolgen, was bekanntlich sonderbarer Weise von Eimer geleugnet wird.

Von allen solchen Beispielen haben für die Betrachtung des Altruismus natürlich diejenigen das grösste Interesse, bei denen die gegenseitige Beziehung eine absolut spezifische geworden ist, d. h. wo sich ein Tier an ein anderes oder ein Tier an eine Pflanze so angepasst hat, dass nur in dieser und nicht in anderer Beziehung das Leben möglich ist. Auch dafür lassen sich zahlreiche Beispiele beibringen, denn es gibt z. B. viele Insekten, die lediglich auf bestimmte Pflanzen, ja sogar auf bestimmte Organe bestimmter Pflanzen angewiesen sind. Manchmal geschieht eine solche Anpassung

1) Dofflein, Reise in Ostasien. S. 449.

Digitized by Google

durch Vermittlung eines Zwischentieres. So lebt z. B. Oxynychus erythrocephalus (eine Coccinellidenart) auf Kosten von Schildläusen, die nur an der Alcana tinctoria vorkommen. Wo diese ausgerottet wird, verschwindet auch diese Coccinellidenart. Die geflügelte Form von Blissus Doriae kam nur in einem umschriebenen Bezirk Ungarns unter abgefallenen Pappelblättern vor. Diese Pappeln wurden gefällt, und seitdem ist die Form vollständig verschwunden und auch anderswo nicht beobachtet worden, obgleich die geflügelte Form an vielen Stellen häufig ist. Phanaeus Midas in Südamerika hat sich lediglich auf Schlangenleichen spezialisiert. Stercutus niveus nährt sich von Fischdünger, und der Darmkanal hat sich dieser Nahrung dadurch angepasst, dass er vollständig rudimentär geworden ist. Nachdem Stercutus 2 Jahre lang in humusreicher Gartenerde gelebt hatte, hatte er wieder einen kontinuierlichen Darm bekommen und entleerte erdige Fäces aus dem After[1]). Merodon ist speziell an Zwiebeln angepasst, Cheilonia an bestimmte Pilze und Pflanzenstengel, Ocyptera brassicaria an die Brassicawurzeln usw. Die Sporen gewisser Hutpilze können erst dann keimen, wenn sie den Darm von Schnecken passiert haben. Sehr merkwürdig ist die Anpassung von Gallwespen nicht nur an eine Pflanzenart, sondern an bestimmte Varietäten. Cynips calicis z. B. ist auf die Blütenkätzchen der Zerreiche beschränkt. Ihre ganz anders beschaffene Mutter, die Knoppergallwespe wird an verschiedenen Eichen (Stieleiche, Steineiche usw.) gefunden. Trotzdem kommt sie in Norddeutschland nicht vor, wo die Stieleiche häufig ist, sondern nur in der wärmeren Heimat der Zerreiche, weil die Tochter Cynips calicis ausschliesslich auf diese spezialisiert ist. Aehnliches findet sich auch bei anderen Gallwespen mit Generationswechsel. Am meisten bekannt aber von diesen konstanten Anpassungen sind die Beobachtungen bei Parasiten. Denn während man früher glaubte, dass viele Parasiten auf den verschiedenartigsten Wirtstieren leben könnten, so wissen wir heutzutage, dass fast jede Tierart ihre besonderen Parasiten besitzt, und dass scheinbar gleichartige doch in Wirklichkeit verschieden sind. Das

1) Michaelsen, Abhandl. aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. Herausgegeb. vom naturwissensch. Verein in Hamburg. Bd. II.

Digitized by Google

geht so weit, dass selbst die Flöhe der Tiere nicht identisch sind, und dass der Hund, die Katze, die Hühner und selbst der Mensch eine bestimmte Flohart besitzt. Das Gleiche gilt von den Bandwürmern und von anderen wurmartigen Parasiten. Ein merkwürdiges Beispiel führt Sajo[1]) an. Die Libellen Sympetrum flaveolum, sanguineum, meridionale, vulgatum und striolatum kommen zusammen oft gehäuft an einem Strauche vor. S. flaveolum lässt sich leicht von den andern unterscheiden, die andern aber sind einander sehr ähnlich, so dass sie nur bei genauster Betrachtung erkannt werden können. Eine rote parasitische Milbe geht aber nur an S. meridionale, so dass man dieselbe schon von weitem an den dadurch erzeugten roten Flecken erkennen kann. So geht ja auch der Malariaparasit ausschliesslich in die Gattung Anopheles und nicht in Culex. Die Reblaus vernichtet nur Vitis vinifera asiatica und nicht die amerikanischen Sorten. Auch pflanzliche Parasiten sind sowohl Pflanzen wie Tieren gegenüber in ganz bestimmter Weise angepasst. Die Kolonbakterien der verschiedenen Tiere weisen ganz bestimmte Differenzen auf. Bekanntlich ist ja neuerdings auch behauptet worden, dass die Bazillenstämme der menschlichen und der Rindertuberkulose verschiedenartig sind. Das schwarzborstige Schwein ist weniger empfänglich für gewisse Krankheiten als das weissborstige. Die Hausmaus erliegt der Mäuseseptikämie, gegen die die Feldmaus ganz unempfänglich ist. Der Pilz Fusicladium dendriticum geht nur an ganz bestimmte Apfelsorten und lässt andere unmittelbar danebenstehende unberührt. Endlich mag auch noch auf solche Beispiele hingewiesen werden, die z. T. früher schon genannt wurden, wo ganz ausgesprochene Giftpflanzen für manche Tierarten vollkommen unschädlich sind, und dahin dürfte auch die Annehmlichkeit oder Unannehmlichkeit des Geschmacks zu rechnen sein, wie z. B. Thymian für das Rindvieh unangenehm ist, während von Menschen und von Bienen der Geruch und der Geschmack als angenehm empfunden wird.

Wie die Beziehungen zwischen den Lebewesen sich immer wieder als ein gewisser Zwang herausbilden, beweisen die schönen Beobachtungen von Treub am Krakatoa. Die Algen sind die

1) Wählerische Parasiten. Prometheus. 16. Jahrg. Heft 13.

Digitized by Google

Pioniere, dann kommen die Flechten (durch Symbiose der Algen mit Pilzen), dann die Moose und Farne. Diese bilden durch Verwesung den Humus, in dem sich Phanerogamen ansiedeln können. Der Hinzutritt der Tiere geht damit Hand in Hand schrittweise vorwärts.

Diese Beispiele, die sich noch beliebig vermehren liessen, wurden angeführt, um die allgemeine Abhängigkeit der Lebewesen untereinander zu dokumentieren, und zwar nicht nur in der Weise, dass zwischen einer grossen Zahl von Lebewesen diese Abhängigkeit existiert, sondern dass in der Tat ein ganz allgemeiner Zusammenhang vorhanden ist, und dass diese Beziehungen ein Netz darstellen, das sämtliche Lebewesen, Pflanzen und Tiere untereinander verbindet, so dass ein ganz bestimmtes, jedem Moment angepasstes Gleichgewicht vorhanden ist. Kraepelin[1]) sagt sicher mit Recht: „In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse so, dass in der Gegenwart jede einzelne Tier- und Pflanzenart sich das im Kampfe mit Klima, Feinden, Nahrungskonkurrenten mögliche Maximum ihres Bestandes bereits erobert hat.“ Wird dieses Gleichgewicht irgendwo gestört, so muss das auf das ganze Netz einen Einfluss ausüben. Freilich wird derselbe unmittelbar nur in der nächsten Nachbarschaft der Stelle zu beobachten sein, wo die Störung eintritt. Aber sie wird sich, allmählich ausklingend, auch bis in die feinsten Verzweigungen des Netzes erstrecken, ähnlich wie eine Wasserwelle, die in einem See durch einen hineingeworfenen Stein erzeugt wird und, allmählich flacher werdend, doch bis in die fernsten Teile des Sees sich fortpflanzt.

Man hatte sich früher daran gewöhnt, die gesamte Lebewelt auf der Erde als ein buntes Gemisch von zufällig zusammengewürfelten Einzelindividuen zu betrachten, die der ordnende Geist des Menschen in Varietäten, Arten, Familien, Gattungen usw. eingeteilt hat, deren Neben- und Miteinanderleben aber doch mehr oder weniger dem Zufall unterliegt. Eine solche Anschauung ist naturgemäss unrichtig, denn in Wirklichkeit handelt es sich, wie aus den vorausgehenden Betrachtungen hervorgeht, um ein wohlgefügtes Ganze,

1) Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Leipzig 1905.

Digitized by Google

in dem jedes Einzelindividuum, sowie jede Art, Familie und Gattung ihren ganz bestimmten Platz einnimmt, einen Platz, der nicht willkürlich erweitert oder verringert werden kann, ohne dass ein Einfluss auf den ganzen Zusammenhang und auf alle übrigen Lebewesen ausgeübt würde.

Die Beziehungen, die zwischen den einzelnen Lebewesen bestehen, sind in der Tat bis in die Details übereinstimmend mit denjenigen Beziehungen, die auch die Zellen im vielzelligen Organismus besitzen. Wenn eine Anzahl Lebewesen stirbt, so ereignet sich gleichzeitig damit Verschiedenes. Erstens müssen alle diejenigen anderen Lebewesen zu Grunde gehen, die von diesen abhängig waren; zweitens treten an den durch den Tod dieser Lebewesen entstandenen Lücken andere entweder derselben Art, oder wenn die Vernichtung von Einzelindividuen eine so grosse war, dass sie ganze Arten, Familien oder Gattungen betrifft, so treten andere Arten, Familien, Gattungen an ihre Stelle. Es kann also der Tod von Lebewesen gerade wie bei dem Gewebe eines Metazoon eine Regeneration erzeugen, wenn die Lücken durch gleichartige Wesen ausgefüllt werden, oder eine Substitution, wenn sie durch andersartige Wesen ausgefüllt werden.

Weiter aber gehen auch alle diejenigen Wesen zu Grunde, die von den ausgeschalteten abhängig sind, vorausgesetzt, dass sie nicht eine Anpassungsfähigkeit besitzen, die es ihnen ermöglicht, von der ausgestorbenen Art zu einer anderen überzugehen. Man wird dabei natürlich in erster Linie an die Parasiten denken, aber nicht nur an diese, sondern auch an alle die vorher genannten, auf irgend welche anderen Lebewesen spezialisierten Individuen. Stirbt eine Art aus, so sterben alle auf sie angewiesenen Parasiten oder sonst von diesen abhängigen Tiere und Pflanzen. Diejenigen aber, die sich umwandeln können und an andere Arten anpassen können, bleiben am Leben. Man sieht also, dass das Aussterben einer Art die Veränderung anderer Arten anregen kann, ein Zustand, der in der ontogenetischen Entwicklung, so weit wenigstens bisher bekannt, eine Parallelerscheinung nicht aufweist.

Vermehren sich die Einzelindividuen einer Art, so dass ihre immer gleichzeitig lebende Zahl zunimmt, so kann dies nur da-

Digitized by Google

durch geschehen, dass irgendwelche andere Individuen abnehmen. Es kann die Vermehrung, wie soeben gesagt, die Reaktion auf die Abnahme sein, es kann aber die Vermehrung auch aus anderen Gründen eintreten und erst die Abnahme anderer Individuen hervorrufen. Dieser Fall würde ganz besonders für den Menschen zutreffen, denn die Zunahme der Zahl der Menschen ist nicht hervorgebracht worden durch die Abnahme anderer Individuen, sondern sie hat erst die anderen Individuen verdrängt und ermöglicht sich ihre Existenz erst durch Verdrängung dieser anderen. Bei dieser Vermehrung muss aber auch eine Vermehrung zahlreicher anderer Wesen eintreten, nämlich aller derjenigen, die von dieser bestimmten Art abhängig sind und sich auf sie spezialisiert haben. Die Verminderung einer Art, die der Vermehrung folgt, kann kompensiert werden wiederum durch eine Veränderung. Das Beispiel für einen solchen Zustand würden z. B. die Haustiere abgeben, die, wenn sie sich nicht hätten an den Menschen gewöhnen lassen, zweifellos als lästige oder sogar schädliche Konkurrenten ausgeschaltet worden wären, wie es heutzutage mit nicht domestizierbaren Tieren geschieht, die der Ausbreitung des Menschen sich entgegenstellen.

Man sieht also, dass auch die korrelativen Beziehungen, wie sie zwischen den Zellen der Metazoen bestehen, auch zwischen den Einzelindividuen der Lebewelt vorhanden sind, und zwar sowohl die gleichsinnigen Korrelationen, als auch die konträren. Endlich ist auch der echte Altruismus zwischen den Lebewesen wirksam, und zwar von allen diesen verschiedenen Beziehungen dürfte er wohl den grössten Raum einnehmen und vor allen Dingen von allen Beziehungen derjenige sein, der schliesslich als für die Erhaltung der Arten als nützlichster, oder vielmehr besser gesagt, als einzig möglicher übrig bleibt. Alle übrigen Beziehungen stellen eine Art von Kampf dar, und dieser Kampf ist also nicht dasjenige, was als Endziel der gesamten Beziehungen der Lebewelt zu denken ist, sondern der Altruismus. Es ist also auch nicht der Kampf ums Dasein, von dem Darwin spricht, als ein überall feindliches Prinzip zu denken. Darauf hat Darwin selbst vielfach hingewiesen, und es ist auch von mehreren Autoren ausdrücklich gesagt worden, dass der Darwinsche Ausdruck „struggle

Digitized by Google

for life" mit den Worten „Kampf ums Dasein" kaum richtig übersetzt sei. Ebenso wenig möchte ich dem Ausdrucke von Roux beipflichten, der von einem „Kampf der Teile im Organismus" spricht. Ich bemerke ausdrücklich „dem Ausdruck", nicht den von ihm beigebrachten Tatsachen und Theorien. Ich stimme in dieser Beziehung mit Boll[1]) überein, der offenbar den Ausdruck Kampf nur widerwillig gebraucht, indem er S. 27 sagt: „Die mikroskopische Untersuchung hat im Frieden des Eies die Existenz höchst dramatischer Vorgänge nachgewiesen, welche ich aus Konzession an eine neuerdings sehr beliebte Terminologie von zweifelhaftem Werte unter der Bezeichnung des „Kampfes der Gewebe" zusammenfassen will".

Es handelt sich in allen diesen Fällen viel weniger um einen Kampf, als vielmehr um gegenseitige Kompromisse, um ein Paktieren miteinander. Es wird derjenige Modus vivendi gesucht und gefunden, in dem für alle Teile die vorteilhafteste Situation herauskommt, und wenn Darwin sagt, er glaube nicht, dass es irgendwo ein Lebewesen gäbe, das ohne Rücksicht auf sich selbst ausschliesslich zum Nutzen eines anderen Lebewesens handelt, so dürfte auch das Umgekehrte zutreffen, dass es wohl kaum ein Lebewesen gibt, das ausschliesslich zum Schaden eines anderen Lebewesens nur zu seinem eigenen Nutzen funktioniert. Im Kampf aber sucht jeder seinen Gegner zu vernichten, und dieses blinde Vernichten kommt in der Natur nur äusserst selten vor. Zwar gibt es Tiere, die mehr andere Lebewesen vernichten, als sie zu ihrer Erhaltung absolut notwendig haben, aber diese bilden doch nur die Ausnahme. Eine solche Schädlichkeit ist natürlich nur eine relative. Sie bezieht sich nicht auf die gesamte übrige Lebewelt, sondern immer nur auf einzelne Teile derselben. Es ist aber nicht denkbar, dass ein so absolut schädliches Verhältnis auf die Dauer erhalten bleibt. Entweder vernichten solche schädlichen Lebewesen ihre Gegner, bleiben dann für die übrigen unschädlich und dürften wohl in Ermangelung weiterer Betätigung dann selbst zu Grunde gehen, oder ihre Feinde vereinigen sich zusammen gegen sie und vernichten sie, oder endlich, die Feinde werden durch die schäd-

1) Prinzip des Wachstums. Berlin 1876.

Digitized by Google

liche Einwirkung umgewandelt, so dass sie schliesslich den kräftigeren und siegenden Teil davontragen. Ein wirklicher Kampf ist also auf die Dauer innerhalb der Lebewesen nicht möglich. Ja, es würde an und für sich schwierig zu verstehen sein, wie überhaupt ein solcher Kampf bei der Entwicklung der Lebewesen zustande kommen konnte, wenn nicht auch hier wieder ähnliche Erscheinungen vor sich gingen wie im Einzelindividuum. Die gegenseitigen altruistischen Beziehungen bringen es mit sich, dass bei Variation oder Aussterben einer Art andere Individuen sich ändern müssen, und zwar in einer Richtung, dass sie lebensfähig bleiben. Dabei kommt es gerade so wie bei der altruistischen Entwicklung der Einzelindividuen zu Nebenprodukten, die in ihrer Richtung von vornherein unberechenbar sind und die aus dem rein altruistischen Verhältnis herauswachsen können. Diese können zu Bildungen führen, die für die Art nützlich, gleichgültig oder schädlich sind, aber nicht bloss für die Art, sondern auch für ihre Umgebung.

Wenn das biogenetische Grundgesetz aussagt, dass eine Parallele zwischen der ontogenetischen und der phylogenetischen Entwicklung besteht, eine Parallele, die trotz ihrer einzelnen Widersacher so sehr in die Augen springt, dass wenn man auch ihre Richtigkeit im einzelnen anzweifeln kann, doch im Grundprinzip dieses Gesetz unzweifelhaft gelten lassen muss, so sieht man, dass diese Parallele zwischen der Existenz der Einzelindividuen und der gesamten Lebewelt auch in anderer Richtung besteht, nämlich in der Beziehung zwischen den einzelnen Teilen untereinander und der Gesamtheit. Es sind das keine philosophischen Tüfteleien, sondern es sind Schlussfolgerungen, die sich aus tatsächlichen Beobachtungen ergeben, und diese übereinstimmenden Prinzipien, die immer wieder in der Lebewelt im ganzen und im einzelnen uns entgegentreten, beruhen sicher nicht auf einem Zufall, sondern sie haben ihren Grund in bestimmten mechanischen, also physikalischen Zuständen auf der Erde, die mehr als alle übrigen Spekulationen beweisen dürften, dass die Erklärung des Lebens restlos auf physikalischen Grundlagen möglich ist.

Aus den altruistischen Beziehungen zwischen den Lebewesen kann man aber noch einen anderen Schluss ziehen. Aus den vor-

Digitized by Google

hergehenden Betrachtungen ergibt sich, dass diese Beziehungen verschieden strenge sind. Manche Lebewesen stehen in so enger altruistischer Beziehung zueinander, dass sie bei künstlicher Aufhebung derselben zugrunde gehen. Bei anderen ist dieses Verhältnis ein viel lockeres, ja viele Arten stehen so weit auseinander, dass die altruistischen Beziehungen zwischen ihnen garnicht mehr erkannt werden können. Man kann mit Sicherheit behaupten, dass überall, wo diese Beziehungen enge sind, eine Abhängigkeit in der phylogenetischen Entwicklung bestanden hat. Ganz besonders deutlich tritt das bei Anpassung von Instinkten zweier Tiere in die Erscheinung, z. B. bei der Symbiose des Einsiedlerkrebses und der Aktinie, und man ersieht daraus, dass diese längst anerkannte und auch schon von Darwin hervorgehobene Tatsache sich aus den Erscheinungen des Altruismus ausreichend erklärt.

Digitized by Google

7. Kapitel.

Zweckmässigkeit und Orthogenese.

Es könnte auf den ersten Blick scheinen, als wenn die beiden in einem Kapitel behandelten Themata über Zweckmässigkeit und Orthogenese garnichts miteinander zu tun hätten, oder wenigstens in einem sehr lockeren Zusammenhang miteinander ständen. In Wirklichkeit aber hängt der Begriff der Orthogenese sehr innig mit demjenigen der Zweckmässigkeit zusammen, es kommt nur darauf an, in welchem Sinne man das Wort zweckmässig gebraucht. Ueber Zweckmässigkeit ist so vieles geschrieben worden, dass eigentlich garnichts mehr darüber zu sagen bleibt. Nur aus dem Grunde bin ich gezwungen, darauf einzugehen, um auseinanderzusetzen, in welchem Sinne ich die Worte zweckmässig oder Zweckmässigkeit gebrauche. Dabei werde ich vielleicht vielen philosophisch veranlagten Menschen recht ketzerisch vorkommen, denn ich glaube, dass dem Gebrauch dieser beiden Worte nichts Schädlicheres widerfahren konnte als die philosophische Zergliederung derselben.

Es ist schon mehrfach darüber geklagt worden, dass der Ausdruck zweckmässig in verschiedenem Sinne gebraucht wird, und dass die Diskussionen, die darüber eröffnet wurden, sehr häufig garnicht klarstellten, welche Bedeutung des Wortes eigentlich diskutiert wurde. Es sprachen garnicht selten zwei Autoren, die über diesen Begriff stritten, über zwei ganz verschiedene Dinge und kamen deswegen auch nicht zusammen.

Zunächst ist der Ausdruck benutzt worden im Sinne von zielstrebig, d. h. man hat sich vorgestellt, dass etwas in der Natur mit bewusstem oder unbewusstem Zweck geschieht. Das ist die

Digitized by Google

eigentliche teleologische Betrachtungsweise, die auch die Neovitalisten angenommen haben und gegen die mit Recht von streng naturwissenschaftlicher Seite angekämpft wird. In diesem Sinne gebraucht natürlich der Pater Wasmann den Ausdruck Zweckmässigkeit, aber auch weniger exponierte Persönlichkeiten, wie z. B. Reinke (Finalität) u. a. Gegen diesen Ausdruck kämpfen mit Recht Roux, Ribbert usw. Es scheint mir nun aber, weil dieser teleologische Begriff zweifelles schädlich und zu verwerfen ist, durchaus nicht notwendig, den Ausdruck „zweckmässig" aus dem Wortschatz zu entfernen und an seine Stelle, wie Roux will, „dauerfähig oder dauerfördernd", oder wie Ribbert will, „dauermässig" zu sagen. Der Ausdruck Zweckmässigkeit hat ja auch noch zwei andere Bedeutungen und wird in diesem Sinne von jedem, der nicht zu ängstlich auf bestimmte Ausdrücke sich versteift, ohne Schwierigkeit angewendet.

Eine dieser weiteren Bedeutungen ist ungefähr identisch mit nützlich. Man fragt, ob eine Einrichtung, die man in der Natur findet, nützlich, gleichgültig oder schädlich ist, d. h. ob sie einen Wert für das Individuum oder die Art habe, oder nicht, und in dieser Beziehung ist der Ausdruck „zweckmässig" ganz zweckmässig. Ich möchte da zunächst einen interessanten Passus zitieren, den ich in einem Vortrag von Boltzmann finde, betitelt: „Eine These Schopenhauers", der am 21. Januar 1905 vor der Philosophischen Gesellschaft in Wien gehalten wurde und in Boltzmanns „Populären Schriften"[1]) auf S. 385 abgedruckt ist. Boltzmann sagt dort: „Wir sind gewohnt, alles nach seinem Wert zu taxieren; je nachdem es die Lebensgewohnheiten fördert oder hemmt, ist es wertvoll oder wertlos. Das wird uns so zur Gewohnheit, dass wir uns fragen zu müssen glauben, ob das Leben selbst einen Wert hat. Das ist eine solche Frage, die vollkommen widersinnig ist. Das Leben selbst müssen wir als dasjenige annehmen, was Wert hat, und ob etwas einen Wert hat, können wir nur relativ gegen das Leben beurteilen, nämlich ob es geeignet ist, das Leben zu fördern, oder nicht. Wenn wir aber fragen, ob das Leben an sich einen Wert hat, heisst das: ob das Leben geeignet

1) Leipzig 1905 bei Johann Ambrosius Barth.

Digitized by Google

ist, das Leben zu fördern. Es ist das also eine Frage, die keinen Sinn hat. Gemäss der Definition können wir nur fragen, wie kann das Leben gefördert werden. Das Wertvolle ist eben das, was das Leben fördert.“ Auch Rolph[1]) stimmt dem Sinne nach hiermit vollkommen überein: „Wozu sind wir auf der Welt, was ist der Zweck unseres Daseins, fragt der Philosoph und legt mit eben dieser Frage den Grund für spätere Irrtümer. Denn so unverfänglich sie auch scheinen mag, so hat sie doch schon eine subjektive Annahme zur Voraussetzung, nämlich die Theorie, dass das Weltall und der Mensch zu einer gewissen Leistung, zu der Erfüllung einer vorgesetzten Aufgabe, eines Zweckes erschaffen sei, oder dass sie sich zum mindesten zu dieser Tendenz entwickelt hätten.“ Die Ausführungen so scharfsinniger Denker wie Boltzmann und Rolph scheinen mir ausserordentlich bemerkenswert, und ich glaube, dass man ohne Bedenken den Ausdruck Zweckmässigkeit in dem Sinne dieser Forscher anwenden kann, nur darf man nicht „zweckmässig“ mit „vollkommen“ verwechseln, denn vollkommen ist in der Tat bei den Lebewesen garnichts. So sehr wir die Einrichtung eines Sinnesorgans, z. B. des Auges in der Feinheit seiner Konstruktion und in der Ausbildung seiner histologischen Details bewundern, so sehr müssen wir anerkennen, dass das Auge in mancher Beziehung ein recht unvollkommenes Organ darstellt und allerhand Mängel aufweist, die gerade beim Menschen besonders hervortreten, bei dem die Leistungsfähigkeit des Auges weit zurücksteht hinter derjenigen bei vielen Tieren, und bei dem sich garnicht selten im Alter Veränderungen einstellen, die die Sehfähigkeit schliesslich vollkommen aufheben. Viele andere Einrichtungen sind gerade im teleologischen Sinne als unzweckmässig zu bezeichnen, während sie an und für sich doch einen Wert haben, so z. B. die Art des Zahnwechsels, der ganze Geburtsakt bei den Säugetieren und vieles andere. Die gesamte Pathologie ist ein Beweis für die Unvollkommenheit des tierischen Körpers. Die Zweckmässigkeit im Sinne der Nützlichkeit oder des Wertes geht eben immer nur gerade so weit, als zur Erhaltung der Art notwendig ist. Sie kümmert sich nicht um den Vorteil für das einzelne Individuum. Wenn durch

1) Biologische Probleme. Leipzig 1884. 2. Aufl. S. 4.

Digitized by Google

irgend eine Mangelhaftigkeit in der Einrichtung die Art als solche nicht gefährdet ist, so bleibt diese mangelnde Vollkommenheit der einzelnen Individuen unverändert bestehen und erbt sich durch Jahrtausende fort.

Wie schwierig es ist, über die Vollkommenheit oder Unvollkommenheit einer Einrichtung zu urteilen, das tritt uns überall entgegen, wenn wir in einzelnen speziellen Fällen ein Urteil darüber abgehen sollen, und wir können in diesem Sinne garnicht immer einsehen, was für die Erhaltung der Art zweckmässig ist, oder nicht. Es kann etwas zweckmässig sein, was uns sehr unzweckmässig oder gleichgiltig erscheint. Es kann z. B. eine Einrichtung, die im Werden ist, sehr unvollkommen und deswegen unzweckmässig sein, ja geradezu Uebelstände mit sich bringen, wie z. B. die fortschreitende Rückbildung des Wurmfortsatzes und die Stenose der oberen Brustapertur beim Menschen. Erst nach der Vollendung kann sich die Zweckmässigkeit oder Unzweckmässigkeit erweisen.

Speziell aber in einer Diskussion über die Deszendenzlehre wird die Bedeutung der Vollkommenheit und Zweckmässigkeit wesentlich überschätzt. Es war geradezu ein Fehler Weismanns, der immer wieder das Bedürfnis zeigte, nachzuweisen, dass in jeder tierischen Einrichtung etwas für die Art Vorteilhaftes zu erblicken sei. Darwin hat ursprünglich ja auch geglaubt, dass die Zweckmässigkeit und Vollkommenheit der tierischen Einrichtungen eine notwendige Folge der Selektion sein müsse. Er ist aber später selbst vollständig von dieser Anschauung zurückgekommen, indem er ausdrücklich zugibt[1]), dass es viele Eigenschaften gibt, die heutzutage keinen Nutzen mehr haben, und viele, die wahrscheinlich überhaupt keinen Nutzen gehabt haben. Er erklärt hier seine früher in entgegengesetztem Sinne geäusserten Anschauungen für irrig. Speziell in bezug auf die Vollkommenheit äussert sich Darwin[2]) durchaus ablehnend und bespricht zahlreiche Fälle von Mängeln, die ihn zu dem Schluss führen: „Weit mehr hätte man sich nach der Theorie der natürlichen Züchtung darüber zu wundern, dass nicht noch mehr Fälle von Mangel an unbe-

1) Abstammung des Menschen. Bd. 1. S. 132/33.
2) Entstehung der Arten. S. 505.

Digitized by Google

dingter Vollkommenheit beobachtet werden.“ Wenn vielfach geäussert worden ist, dass nützliche Variationen so ausserordentlich selten sind, also einen Zufall darstellen und deswegen für die Entwicklung kaum in Betracht kommen könnten, so ist zu bemerken, dass die Selektion eben sehr verschiedene Dinge gebrauchen kann, um Nützliches, d. h. im vorhergenannten Sinne Zweckmässiges zu schaffen. Es führen viele Wege zur Nützlichkeit, daher ist die „Seltenheit“, mit der geradezu nützliche Variationen entstehen, nicht so schwerwiegend, wie es den Gegnern des Darwinismus erscheint. Der Begriff des seltenen Zufalles fällt ganz aus dieser Betrachtung heraus. Plate[1]) sagt deswegen auch ganz richtig, dass die Frage nach dem Nutzen eines Organs nichts zu tun hat mit der Frage nach der Entstehung desselben.

Nun gebraucht man den Ausdruck zweckmässig noch in einer dritten Bedeutung, die ungefähr identisch ist mit sinngemäss. Es soll bedeuten, dass etwas einem Zwecke dient. Wir sagen, die Muskeln haben den Zweck, die Skelettteile gegeneinander zu bewegen. Sie sind also für die Bewegung zweckmässig. Wir sprechen davon, dass gewisse Zellen den Zweck haben, Milch zu produzieren, andere den Zweck haben, Schleim abzusondern usw. Wenn man sich dabei nun, wie es die Vitalisten tun, und wie es vor allen Dingen auch Reinke ausgebildet hat, vorstellt, dass diese Zweckmässigkeit mit einem gewissen Bewusstsein der Zweckmässigkeit verbunden ist, so kommt man natürlich zu einem ganz transzendentalen und verkehrten Denken. In der Tat bedeutet in diesem Falle der Ausdruck zweckmässig nichts anderes, als dass diese Gebilde einen gewissen Sinn haben, eine gewisse Bedeutung, eine gewisse Funktion. Mir scheint, dass auch in dieser Beziehung der Ausdruck zweckmässig anstandslos gebraucht werden kann, da jeder, der den Sinn vorurteilslos betrachtet, ohne weiteres weiss, was der Schreiber gemeint hat, und nicht daraus eine Veranlassung nehmen kann, dem Autor Meinungen unterzuschieben, die demselben ganz fern gelegen haben.

Vor allen Dingen muss man sich aber nun hüten, den Ausdruck Zweckmässigkeit auch in den beiden von mir konzedierten

1) Selektionsprinzip. 1903.

Digitized by Google

Bedeutungen so anzuwenden, dass die Zweckmässigkeit als etwas an und für sich Bestehendes vorhanden sei. Vielmehr ist die Zweckmässigkeit, wie das Boltzmann in bezug auf das Leben hervorhebt, immer in bezug auf irgend eine bestimmte Funktion oder auf einen bestimmten Gegenstand zu denken. Der lange Hals der Giraffe ist zweckmässig, aber nicht der lange Hals an und für sich, sondern nur in bezug auf die Giraffe. Denn man sieht, dass derselbe Zweck, nämlich die Nahrung von Bäumen zu entnehmen, auch in anderer Weise erreicht werden kann, indem die Tiere auf die Bäume klettern, kriechen oder fliegen. Die Schweissdrüsen des Menschen sind zweckmässig, denn sie ermöglichen bei höherer Temperatur eine Abkühlung, aber sie sind nur zweckmässig in bezug auf den Menschen, denn man sieht, dass sich die Natur auch in anderer Weise helfen konnte. Die Hunde, die bekanntlich keine Schweissdrüsen besitzen, erreichen denselben Erfolg durch Aufsperren des Maules, Herausstrecken der Zunge und ein schnelles Atmen. Der Pelz der Tiere ist zweckmässig, und es ist zweckmässig, dass viele Tiere im Winter einen dickeren Pelz bekommen als im Sommer. Der Zweck beruht darin, eine zu starke Abkühlung zu verhindern, aber die Zweckmässigkeit besteht wiederum nur in bezug auf diese bestimmten Tierarten, denn auch hier hat die Natur andere Auswege gefunden, um dasselbe zu erreichen, so z. B. bei den Waltieren durch einen starken Panniculus adiposus und bei den Vögeln durch die Federn, bei den kleinen Tieren, deren Oberfläche sich naturgemäss stärker abkühlen muss, durch die Regulierung der Temperatur auf einen höheren Wärmegrad.

Die Entwicklung von Extremitäten zur Fortbewegung ist unzweifelhaft zweckmässig, aber man sieht schon aus der Verschiedenheit der Extremitätenbildungen, aus den zwei Beinen zur Fortbewegung des Menschen, aus den vier der übrigen Säugetiere, aus den Füssen und Flügeln der Vögel, aus den sechs und acht Extremitäten der Insekten und Krustaceen, aus den zahlreichen Füssen der Tausendfüssler und Asseln, dass diese zweckmässige Einrichtung in sehr verschiedener Weise erreicht werden kann, und es wäre ganz müssig, darüber zu streiten, welche Form dieser Fortbewegung an und für sich die wertvollste wäre. Jede hat

Digitized by Google

in der Tat ihre Bedeutung in bezug auf die bestimmte Art. Ja die Fortbewegung kann auch gänzlich ohne Extremitäten oder ihnen gleichartige Einrichtungen zustande kommen, wie die Bewegung der Schnecken zeigt. Flimmerepithelien sind gewiss als äusserst zweckmässige Einrichtung zu betrachten. Aber die Arthropoden entbehren derselben gänzlich und vermögen doch unter den verschiedensten Bedingungen zu existieren. Lamarck sagt darüber[1]): „Ich sage es unverhohlen, es ist ein dem Fortschritte unserer physiologischen Kenntnisse sehr schädlicher Missbrauch, voreilig anzunehmen, dass alle Tiere ohne Ausnahme dieselben Organe und dieselben Fähigkeiten besitzen, als ob die Natur, um zu ihrem Ziele zu gelangen, gezwungen wäre, überall dieselben Mittel anzuwenden". Von Bedeutung für diese Betrachtung, wie die Natur dasselbe auf verschiedenen Wegen zustande gebracht hat, sind auch die Beobachtungen an Kletterpflanzen. Dieselben können durch Wurzeln wie beim Epheu, durch Saugfäden wie bei dem Kletterwein, durch Vergeilen der Stengel und Bildung von Ranken wie bei den meisten Schlinggewächsen ihre besondere Form des Wachstums erreichen. Wir sehen immer nur die fertig gebildeten Einrichtungen und haben dadurch eine Neigung, diese gerade für besonders zweckmässig zu halten. Es konnte aber dasselbe auch in ganz anderer Weise erreicht werden. Ja man hat oft, wenn ich ein solches Bild gebrauchen darf, die Vorstellung, dass die Natur etwas ganz Unzweckmässiges geschaffen hat und das nun durch eine andere Einrichtung wieder gut zu machen trachtet, wie z. B. beim Elefanten, dessen plumpe Statur die Aufnahme der Nahrung vom Boden erschweren würde und der erst durch die Bildung des Rüssels dazu befähigt wird. Der Rüssel ist also für den Elefanten zweckmässig, aber man könnte es nicht als zweckmässig im teleologischen Sinne bezeichnen, dass zunächst ein ganz ungeschlachteter Körper gebildet wird, dem es dann erst durch eine kompensatorische Einrichtung möglich gemacht wird, zu existieren.

Nun hat aber der Begriff der Zweckmässigkeit in vieler Beziehung eine ganz andere Richtung angenommen, eine Richtung,

1) Zool. Philosophie. Uebersetz. von A. Lang. Leipzig 1903. S. 205.

Digitized by Google

die mit Recht vielfach bekämpft wurde. Sie findet sich schon bei älteren, vordarwinistischen Schriftstellern und kommt vor allen Dingen bei Lamarck zum Ausdruck. Sie ist aber im vollsten Masse wieder aufgenommen worden durch die Neovitalisten. An ihrer Spitze hat Pauly die Zweckmässigkeit nicht nur als eine Erscheinung, sondern als eine selbständige Kraft aufgefasst, die sich in der Form eines psychischen Vorganges darstellen soll. Die Paulyschen Anschauungen sind vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet so unbegreiflich und so widersinnig, dass es gar nicht nötig wäre, darauf einzugehen. Aber diese Anschauung, die nicht bloss durch Pauly vertreten wird, sondern auch durch Reinke, Driesch u. a., hat in der Tat Schule gemacht und begeisterte Anhänger gefunden, wie auch aus einem Buche von Francé hervorgeht. Derselbe hat in einer populären Schrift[1]) das teleologische Prinzip im Sinne Paulys als den Kernpunkt der ganzen Frage dargestellt und zwar ganz im Anschluss an die Reinkesche und Paulysche Auseinandersetzung im Sinne einer psychischen Kraft, die den einzelnen Zellelementen innewohnt und sich mit ihnen auf das gesamte Individuum überträgt. Die Anschauung Francés beruht in Wirklichkeit auf der Philosophie des Unbewussten von Hartmann, und sie geht von der absurden Voraussetzung aus, dass ein noch gar nicht eingetretenes Ereignis bereits eine Wirkung ausüben kann. Von dieser Art der Neovitalisten (sie nennen ihre Lehre psychischen Vitalismus) wird Lamarck als Kronzeuge angeführt, und sie bezeichnen ihre Anschauungen geradezu als einen Lamarckismus. Es ist anzunehmen, dass, wenn Lamarck diese Anschauung lesen könnte, er sich aufs energischste dagegen verwahren würde. Es seien einige Sätze aus dem Francéschen Buch hier zitiert, die deutlich zeigen, was die Autoren wollen: „Der Lamarckismus (Beseelungslehre) hält die ‚Handlung' (als Arbeit) für die Ursache der Entwicklung, erblickt aber in der Einwirkung nur eine Kette von Nötigungen durch konkrete Reize. Die philosophische Ableitung aus dem Lamarckismus muss daher an Stelle des psycho-physischen Parallelismus einen ursächlichen Zusammenhang zwischen

1) Der heutige Stand der Darwinschen Fragen. Leipzig 1907.

Digitized by Google

Materie und Seele beziehungsweise deren ‚Einheit' setzen (psychischer Monismus mit psycho-physischer Kausalität, Hartmann). Dies führt statt zum Deismus zur Allbeseeltheit (Panpsychismus) und damit zur Naturgottannahme (Pantheismus)."

Man ersieht daraus, wohin philosophisches Denken führen kann, wenn man die Basis naturwissenschaftlicher Tatsachen verlässt, und man erinnert sich gern des Wortes aus Mirza Schaffy:

„Wie kommt bei vielen das schiefe Denken,
Die reich doch mit Verstand beschenkt?
Man kann sich das Gehirn verrenken,
Wie man die Beine sich verrenkt".

Eine andere merkwürdige Richtung hat die Teleologie bei Wolff[1]) angenommen. Der Verfasser, der ein Anhänger der Entwicklungslehre ist, kommt zu dem Resultat, dass für dieselbe ein wirklicher Beweis nicht existiert. Er wendet sich gegen alle bisher dafür angeführten Gründe. Speziell auch hält er die Darwinsche Lehre für einen überwundenen Standpunkt. Und er führt auch wieder die häufig namhaft gemachte Sage an, dass Darwin das Selektionsprinzip als ein neubildendes angesehen habe, obwohl Darwin selbst schon an verschiedenen Stellen ausdrücklich sagt, dass durch die Selektion neue Formen nicht entstehen könnten, sondern nur die durch unbekannte Ursachen entstandenen Formen erhalten oder ausgemerzt würden. Darwin lässt also die Arten durch die Selektion entstehen, aber nicht die verschiedenen Formen der Individuen. Obwohl nun Wolff den vorher angeführten Panpsychismus der Neovitalisten verurteilt und speziell auch Lamarck gegen dieselben in Schutz nimmt, so kommt er doch zu dem merkwürdigen Resultat, dass die Teleologie die einzige Begründung der Abstammungslehre sei, also auch er betrachtet das Zweckmässige als einen treibenden Faktor, d. h. als eine Kraft, während doch in Wirklichkeit, wie vorher gezeigt wurde, das Zweckmässige durchaus zusammenfällt mit dem Leben überhaupt, und deswegen nicht eine selbständige Kraft oder eine Kraft überhaupt sein kann, sondern lediglich eine Erscheinung. Er stellt sich

1) Die Begründung der Abstammungslehre. München 1907.

Digitized by Google

also in dieser Beziehung auch formal auf den Standpunkt von Driesch, der eine seiner Abhandlungen mit dem bedeutsamen Titel versieht: „Die ‚Seele' als elementarer Naturfaktor" [1]).

Die Zweckmässigkeit darf nicht, da sie an und für sich nicht besteht, sondern nur ein relativer Begriff ist, als ursächliches Moment für irgend etwas betrachtet werden. Der lange Hals der Giraffe ist nicht deswegen entstanden, weil es für die Giraffe zweckmässig ist, ihre Nahrung von hohen Bäumen zu holen. Es ist überhaupt ganz irrtümlich, anzunehmen, wie es Darwin tat, dass die Giraffe dazu gezwungen gewesen wäre aus irgend welchen äusseren Gründen. Es lebt ja die Giraffe gleichzeitig mit einer Menge anderer Tiere zusammen, deren Ernährung ungefähr die gleiche ist und bei denen sich der lange Hals nicht entwickelt hat. Auch in früheren Erdperioden lebte die Giraffe schon unter den gleichartigen Bedingungen mit andersartigen Tieren zusammen, wie die Befunde bei Pikermi beweisen. Die Annahme, dass die Zweckmässigkeit eine Triebfeder für die Entstehung irgend einer bestimmten Form gewesen wäre, führt immer zu transzendentalen und vitalistischen Vorstellungen, und es geht aus diesen Ausführungen hervor, dass ich durchaus ein Gegner des Pflügerschen Grundgesetzes bin, dass das Bedürfnis auch gleichzeitig die Ursache für die Erfüllung des Bedürfnisses sei. Es würde aber auch eine solche Betrachtung der Zweckmässigkeit als treibendes Moment für die Entwicklung nur zu denken sein, wenn man die unbedingte Vererbungsfähigkeit erworbener Eigenschaften annimmt. Wie ich mich zu dieser Frage stelle, wird aber in einem besonderen Kapitel ausführlich behandelt werden.

Treibend ist der Zweckmässigkeitsbegriff nur für die Forschung gewesen, wie ich mit Mach gern anerkenne, der sagt [2]): „Wie nützlich der Zweckbegriff der biologischen Forschung war, darüber kann dem Zeugnis der Geschichte gegenüber gar kein Streit sein."

Die Vorstellung, die vielfach hervorgetreten ist, dass nur dasjenige der Selektion unterliegen könne, was zweckmässig sei, ist

1) Leipzig 1903.

2) Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen. Jena 1906.

Digitized by Google

nach dem Vorhergesagten eine falsche. Zweckmässig im Sinne von vollkommen existiert überhaupt nicht, und die Vorstellung, dass sich unzweckmässige Einrichtungen auf die Dauer erhalten könnten, ist eine absolut unrichtige. Einrichtungen, die uns als unzweckmässig im Sinne von schädlich erscheinen, können nur vorübergehend existieren. Bleiben sie dauernd erhalten, so ist das ein Beweis für uns, dass wir sie mit unserem beschränkten Verstand nur als unzweckmässig betrachten, dass sie es aber in Wirklichkeit nicht sind. Denn es ist ganz klar und eine absolute Notwendigkeit, dass nur das entstehen und existieren kann, was physikalisch möglich ist, und dass etwas, was den physikalischen Gesetzen widerspricht, undenkbar ist. Alles in der Welt aber, und somit auch die Lebewesen unterliegen den physikalischen Gesetzen und können also nicht irgend etwas ausbilden, was diesen Gesetzen widerstrebt. In diesem Sinne also über die Zweckmässigkeit oder Unzweckmässigkeit einer Einrichtung zu streiten, hat ebenso wenig eine vernünftige Bedeutung, wie der Streit über die Zweckmässigkeit als selbständig existierende Kraft.

Damit kommen wir nun auch zur Orthogenese.

Um diese zu besprechen, muss ich etwas weiter ausholen. Die Vorstellung, dass sich die Tier- und Pflanzenwelt in bestimmter Richtung entwickelt haben, ist schon ziemlich alt und bestand jedenfalls schon zu Darwins Zeiten, denn dieser sagt in der „Entwicklung der Arten", S. 382: „Ich glaube an kein Gesetz notwendiger Vervollkommnung; so wie die Veränderlichkeit der Arten eine unabhängige Eigenschaft ist und von der natürlichen Züchtung nur so weit ausgebeutet wird, als es den Individuen zu ihrem bevorstehenden Kampf ums Dasein zum Vorteil gereicht, so besteht auch für die Modifikation für die verschiedenen Spezies kein gleiches Maß." Aber ausführlich hat sich Darwin mit diesem Gegenstand nicht beschäftigt, obwohl er auch an anderen Stellen noch manches anführt, was auf einen ähnlichen Gedankengang hindeutet. So erklärt er z. B. mehrfach die Tatsache, dass eine einmal untergegangene Gruppe oder einmal verschwundene Organe nicht wieder in die Erscheinung treten können, „weil ein Glied aus der Generationsreihe zerbrochen ist". Der eigentliche Schöpfer der Orthogenese ist, wenn er auch diesen Ausdruck noch nicht selbst ge-

Digitized by Google

braucht, Nägeli[1]), und zwar fasst er seinen Gedankengang in der denkbar schärfsten Form: „Nach meiner Ansicht dagegen würden sich auch bei fehlender Konkurrenz alle Organismen, die wir jetzt kennen, gebildet haben; es wäre in der nämlichen Zeit aus der einzelligen Alge ein Eichbaum und aus dem Infusorium ein Säugetier geworden. Aber es wären neben den jetzt lebenden Wesen auch noch die Abkömmlinge derjenigen vorhanden, welche der Kampf ums Dasein verdrängt und vernichtet hat.“ Auf S. 18 nimmt Nägeli in folgender Weise zu den Darwinschen Anschauungen Stellung: „In der Vervollkommnung (Progression) und Anpassung liegen die mechanischen Momente für die Bildung des Formenreichtums, in der Konkurrenz mit Verdrängung, oder in dem eigentlichen Darwinismus nur das mechanische Moment für die Bildung der Lücken in den beiden organischen Reichen.“ Von diesen Betrachtungen ausgehend, bemüht sich Nägeli auch speziell in seinem 3. Kapitel nachzuweisen, dass die klimatischen und Ernährungsursachen auf die Veränderung der Individuen und somit auf die Varietätenbildung keinerlei Einfluss haben. Zwar entstehen Veränderungen dadurch an den einzelnen Individuen, dieselben kehren aber sofort zum früheren Zustand zurück, wenn die Pflanzen wieder in die früheren klimatischen und Ernährungsverhältnisse gebracht werden.“ „Eine Ursache, welche die Organismen bleibend verändert, muss das Idioplasma umbilden“, und das kann nur durch innere Ursachen geschehen, und nicht durch die äusseren der Ernährung oder des Klimas. Er zieht dann S. 116 den Schluss daraus: „Wie aus dem Vorstehenden sich ergibt, sind die inneren Ursachen, welche die stete Veränderung des Idioplasmas und zwar im Sinne einer mannigfaltigeren Gliederung desselben und dementsprechend auch die stete Veränderung der Organismen im Sinne einer zusammengesetzteren Organisation und Funktion bedingen, nichts anderes als die der Substanz anhaftenden Molekularkräfte“, und weiter S. 117: „Die wachsende organische Substanz, in der fortwährend die veränderte Wirkung zur Ursache einer neuen Wirkung wird, stellt also nicht bloss ein Perpetuum mobile dar, insofern der Substanz ohne Ende

1) Theorie der Abstammungslehre. München 1884. S. 286.

Digitized by Google

Kraft und Stoff von aussen geboten wird, sondern auch durch innere Ursache ein Perpetuum variabile."

In dieser Richtung liesse sich noch eine grössere Zahl von Zitaten von Nägeli beibringen, die alle von dem Vervollkommnungstrieb handeln, den er als Progression bezeichnet. Wie Plate[1]) angibt, ist Haacke der Erfinder des Wortes Orthogenese (ich finde bei ihm den Ausdruck: Epimorphismus), doch hat Haacke selber diesen Begriff nicht weiter ausgebildet, und diejenigen, die sich hauptsächlich weiter damit beschäftigten, sind Eimer und in neuerer Zeit Daniel Rosa. Schon 1901 konnte Simroth[2]) sich dahin äussern, dass die Diskussion der deszendenztheoretischen Fragen in neuerer Zeit immer mehr darauf hinauszulaufen scheint, dass der tierischen Organisation nicht eine beliebige, freie Anpassung an alle möglichen Verhältnisse gestattet sei, sondern dass dieselbe sich in gewissen vorgezeichneten Bahnen bewege. In Wirklichkeit muss man anerkennen, dass die Aeusserungen Nägelis und vor allen Dingen die umfangreichen Untersuchungen Eimers sowohl in seiner „Entstehung der Arten"[3]) als auch in der „Orthogenesis"[4]) auf die Gestaltung der Anschauungen der Forscher von allergrösstem Einfluss waren. Das Betrachtungsprinzip, das durch alle Werke Eimers hindurchgeht, nämlich dass die gesamte Lebewelt ein Wachsen darstelle und im Vergleich zum organischen Wachsen des Einzelwesens (Organophysis) der Ausdruck einer bestimmt gerichteten Entwicklung sei, hat Eimer dazu geführt, eine grosse Menge von Tatsachen beizubringen, die diesen seinen Anschauungen entsprechen und dieselben zu stützen geeignet sein sollen. Vor allen Dingen geht durch alle seine Untersuchungen hindurch die Betrachtung über die äussere Zeichnung der Tiere, deren Entwicklung nach Eimers Angaben immer in der Weise vor sich gegangen sein soll, dass ein Uebergang festzustellen ist von der Querstreifung durch die Fleckenbildung zur Längsstreifung. Eimer lässt in der Tat neben dem Gesetz der bestimmt gerichteten Entwicklung oder Orthogenesis nur noch die Wirkung des Gebrauchs und Nicht-

1) Selektionsprinzip. 1903.
2) Entstehung der Landtiere.
3) Jena 1888.
4) Leipzig 1897.

Digitized by Google

gebrauchs die ganze Umbildung der Lebewelt beherrschen (Orthogenesis S. 14). Dass ihn diese Anschauung zu einem Gegner Darwins und vor allen Dingen auch Weismanns machen musste, ist wohl verständlich, und der Kampf gegen Weismann ist denn auch bei Eimer die Triebfeder für seine Untersuchungen auf diesem Gebiete gewesen. Auf S. 113 seiner „Orthogenesis" bringt er das deutlich zum Ausdruck mit den Worten: „Es leuchtet ein, dass die Orthogenese der Todfeind nicht nur der Allmacht der Naturzüchtung, sondern auch der auf sie gegründeten Keimplasmahypothese ist, d. h. also der Darwinschen und der Weismannschen Theorie."

Merkwürdigerweise setzt er sich dadurch aber auch in Gegensatz zu Haeckel als den eifrigsten Verfechter der Darwinschen Lehre, obwohl Haeckel in bezug auf die Orthogenese ganz ähnliche Anschauungen besitzt wie er. Haeckel sagt nämlich in einem auf dem 4. internationalen Zoologenkongress in Cambridge 1898 gehaltenen Vortrag[1]): „Ich teile die Ueberzeugung von Herbert Spencer, dass die progressive Vererbung ein unentbehrlicher Faktor der monistischen Entwicklungslehre ist und eines ihrer wichtigsten Elemente. Wenn man dieselbe mit Weismann leugnet, dann flüchtet man zum Mystizismus, und dann ist es besser, die mysteriöse Schöpfung der einzelnen Arten anzunehmen. Gerade die Anthropogenesis liefert dafür unzählige Beweise." Es ist interessant, dass Haeckel hier Weismann Mystizismus vorwirft, obwohl der von Haeckel selbst vertretene Lamarckismus sicher weit mystischer ist als die Anschauungen Weismanns. Uebrigens setzt sich Eimer, wie ich meine, mit sich selbst in einen logischen Widerspruch, wenn er einerseits die Entwicklung als ein Wachstum darstellt, andererseits aber auch von sprungweiser Entwicklung oder Halmatogenesis spricht, womit er offenbar die Vorgänge meint, die Hugo de Vries später als Mutation bezeichnete. Den Anschauungen Eimers haben sich später viele Naturforscher angeschlossen, von denen besonders noch Kassowitz[2]) zu nennen wäre.

Mir scheint nun in dieser ganzen Diskussion ein grosser

1) Ueber den Ursprung des Menschen. S. 30.
2) Allgem. Biologie. Bd. II. Wien 1899.

Digitized by Google

logischer Irrtum zu stecken, an dem, wie ich glaube, schon Nägeli die Schuld trägt, indem nämlich immer Orthogenese und Naturzüchtung einander gegenübergestellt werden. Nur Plate sagt, dass Orthogenese und Naturzüchtung sich nicht gegenseitig ausschlössen. Er gibt aber eine von den übrigen etwas abweichende Definition des Begriffes, nämlich: „Orthogenese ist eine bestimmt gerichtete Evolution einer Art, an der alle Individuen mehr oder weniger Anteil haben.“ Er unterscheidet autogene und ektogene Orthogenese. Für die Existenz einer Orthogenese führt er an: 1. die analogen oder parallelen Variationen, 2. die exzessiven Bildungen, 3. dass die Konstitution des Körpers in vielen Fällen nur ein Abändern nach wenigen Richtungen gestattet, 4. die Existenz von Korrelationen, 5. die paläontologischen Tatsachen, die auf eine gerade Richtung der Entwicklung hindeuten und 6. die Formenketten rezenter Arten (Selektionsprinzip 1901). Daraus geht deutlich hervor, dass Plate das Wort Orthogenese benutzt, um eine bestimmte, tatsächlich existierende Erscheinung mit einem kurzen Wort zum Ausdruck zu bringen, während sowohl bei Eimer als auch bei Nägeli, dann auch bei Haacke und Kassowitz, vielleicht auch bei Daniel Rosa mehr in diesem Begriff zu suchen ist, nämlich eine die Entwicklung treibende Kraft. Am deutlichsten geht das aus den vorher zitierten Angaben Nägelis hervor. In dieser Weise, wie Plate den Begriff Orthogenese auffasst, kann er unbedenklich angenommen werden, obwohl ich nicht der Ansicht bin, dass sein 3. und 4. Punkt notwendig dahin gehören. Die exzessiven Bildungen lassen sich sehr wohl aus altruistischen Beziehungen erklären. Die Abänderungsmöglichkeit nach wenigen Richtungen hin hängt sicherlich von solchen Bedingungen ab, und die Korrelationen sind die Folge der in fortwährender Beziehung zueinander stehenden Entwicklung und gegenseitigen Abhängigkeit der einzelnen Lebewesen und der Lebewesen von der sie umgebenden anorganischen Natur. Sie haben mit der Entwicklung als solcher nichts zu tun, sondern nur mit der Entwicklung in gegenseitiger Beziehung zueinander. Nun ist ja das ganz zweifellos, wenn man in der Orthogenese im Nägelischen Sinne eine aus inneren Ursachen hervorgehende, bestimmt gerichtete Entwicklung versteht und diese nicht auf einen vollkommen transzendenten Zu-

Digitized by Google

stand zurückführen will, notwendigerweise mechanische Ursachen dafür verantwortlich gemacht werden müssen. In der Tat könnte man, wenn man alle Bedingungen in der Welt kennen würde, eine Gleichung aufstellen, aus der alles, was war, ist und sein wird, berechnet werden kann, also auch die Art der Entwicklung der Lebewesen, und wie sich diese Lebewesen in Zukunft noch verhalten werden. Diese Gleichung ist von Laplace[1]) als die Weltformel bezeichnet worden. Aber in dieser Weltformel würde dasjenige, was wir als äussere Umstände bezeichnen, zweifellos einen sehr erheblichen Raum einnehmen müssen, denn die äusseren Umstände gehören ja unzweifelhaft zu den im Weltall existierenden Bedingungen. Zu diesen äusseren Umständen gehört aber auch die Naturzüchtung. Es würde also auch die Naturzüchtung einen grossen Raum in den Bedingungen der Weltformel einnehmen. Es ist also garnicht verständlich, wie Nägeli zu dem Resultat kommen kann, dass auch ohne die äusseren Umstände in derselben Zeit aus der Alge eine Eiche und aus dem Protozoon ein Säugetier geworden wäre, denn in Wirklichkeit sind Orthogenese und Naturzüchtung so eng miteinander verbunden und gehen so sehr ineinander auf, dass man sagen könnte, Orthogenese und Naturzüchtung sind identisch. Es wäre in der Tat ganz unsinnig, anzunehmen, dass etwas, was einen bestimmten Grad der Vollkommenheit erlangt hat und sich durch diese Vollkommenheit seiner Umgebung angepasst hat und dadurch existenzfähig geworden ist, nun wieder auf demselben Wege zurückgebildet werden könnte. Es würde ja dadurch die durch lange Zeiträume gewonnene Anpassung wieder verloren gehen, es würden dadurch schädliche Veränderungen auftreten und so diese Rückbildungen sofort wieder eliminiert werden. Dieser Gedankengang scheint mir logisch so absolut notwendig, dass für mich der Begriff der Orthogenese fast aus dem Gebiete der Diskussion verschwindet und ebenso selbstverständlich erscheint, als wenn ich sagen wollte, zur Existenz der Lebewesen ist das Leben notwendig.

Deswegen ist es natürlich nicht überflüssig, über die Orthogenese, d. h. über die bestimmt gerichtete Art der Entwicklung

1) Essai philosophique sur les probabilités. 6. Aufl. Paris 1840.

Digitized by Google

die Tatsachen festzustellen. Es ist wichtig, dass, wie es vor allen Dingen durch Daniel Rosa geschehen ist, gezeigt wird, dass die Variabilität mit zunehmender Entwicklung abnimmt, und wenn ich auch nicht mit allen Einzelheiten, die Rosa anführt, übereinstimme, so sind doch die Grundprinzipien seiner Ausführungen von Bedeutung und sicherlich zutreffend.

Wenn man nun von der Weltformel, von deren Kenntnis wir einstweilen noch himmelweit entfernt sind, absieht, so darf man wohl eine Anzahl Tatsachen konstatieren, die für die Erkenntnis der Entwicklung der Tiere von Bedeutung sind. Auf einige solche Tatsachen möchte ich hier noch aufmerksam machen.

Die Ansicht Nägelis von der Entwicklung des Eichbaumes aus der Alge wird meiner Ansicht nach durch eine einfache Beobachtung widerlegt, nämlich dadurch, dass die abgeschlossene Flora und Fauna Australiens nicht den Grad der Entwicklung durchgemacht hat wie in der übrigen Welt, und dass alle dort existierenden Lebewesen auf einem viel tieferen Niveau stehen geblieben sind, gewissermassen einen phylogenetischen Infantilismus darstellen. Es ist gewiss nicht anzunehmen, dass in Australien höhere Lebeformen nicht hätten entstehen können, denn solche sind seitdem vielfach importiert worden und haben sich dort ausgezeichnet gehalten, z. B. der Dingo, Pferde, Kamele, Rinder, Schafe usw. Es muss also an den äusseren Umständen gefehlt haben, die in unseren Weltgegenden vorhanden waren und die die weitere Entwicklung förderten.

Auch die Fauna von Madagaskar dürfte in ähnlicher Weise zeigen, dass die Entwicklung durchaus nicht unabhängig von den äusseren Einflüssen ist und sich nicht ausschliesslich aus inneren Gründen, wie es Nägeli meint, in bestimmter Richtung entwickelt.

Es sind aber weiter in Betracht zu ziehen die Erscheinungen der Konvergenz und des Parallelismus. Es ist ja in der Tat eine der auffälligsten Erscheinungen, dass mit einem gewissen Zwang nicht nur im Groben, sondern auch in den Details gewisse Formen immer wieder auftreten. Darwin hat ja eine grosse Menge von Beispielen dieser Art beigebracht. Er hat auf die Aehnlichkeit der Wale mit echten Fischen hingewiesen, ferner auf die Aehn-

Digitized by Google

lichkeit in der äusseren Form der Beuteltiere mit Tieren ganz anderer Art, so dass raubtierähnliche, nagetierähnliche, insektenfresserähnliche Typen entstanden. Die höheren Sinnesorgane sind oft bei unmittelbar gar nicht verwandten Tieren sehr ähnlich gebaut. Gewisse Quallen und Würmer haben z. B. ganz ähnliche Hörorgane, ebenso die Wirbeltiere und die Tintenfische ähnliche Augen (Eimer). Die Füsse der Klettervögel sind ähnlich gebaut wie die des Chamäleons, woraus Lamarck den an und für sich nicht berechtigten Schluss zog, dass eine Beziehung zwischen beiden besteht. Insektenfresser gleichen vielen Nagern, z. B. Spitzmaus und Maus. Echidna, Igel und Stachelschweine haben eine äusserliche Aehnlichkeit, obwohl sie im System weit auseinanderstehen. Auch bei niederen Tieren kann man solche Konvergenzerscheinungen in grosser Menge nachweisen, und sie erstrecken sich hier sogar auf die feinsten Einrichtungen. Denn man findet z. B. die bekannten ankerförmigen Kalkkörper sowohl in der Haut der Synapta, als auch bei Cristatella mucedo an der Aussenfläche des Statoblasten und auf beiden Polen des Eies von Myxine glutinosa. Ohne Kenntnis von diesen ausgezeichneten Haftvorrichtungen hat der Mensch dieselbe Form zu demselben Zweck erfunden und zwar in einer vollkommenen Identität der Gestaltung. Die Wachstumserscheinungen an der Alge Caulerpa, die Blatt und Wurzelform ausbildet, und ebenso an der Bryopsis mucosa, die das Bild eines kleinen Bäumchens mit Wurzel, Stamm und gefiedertem Blatt darstellt, sind ausgezeichnete Konvergenzerscheinungen.

Aber auch das sind immer noch verhältnismässig grobe Formen der Konvergenz gegenüber denjenigen, die wir bei mikroskopischer Betrachtung der Organe und der einzelnen Gewebe vorfinden. Der übereinstimmende Bau der Zellen in der ganzen organischen Welt und vor allen Dingen das Auftreten von einzelnen Organen in den Zellen, wie z. B. der Kerne, der Chromosomen, der Zentralkörperchen, der für den Stoffwechsel wichtigen Granula, die bei allen Tieren und Pflanzen übereinstimmende Form der Zellteilung, das sind alles Erscheinungen der Konvergenz, die in uns die Vorstellung erwecken müssen, dass die Bedingungen die Entstehung der Formen nur in dieser Weise zuliessen, und nicht in

Digitized by Google

einer andern. Die Aehnlichkeit der Ganglienzellen bei den verschiedensten Tierarten, der kontraktilen Substanz der Muskulatur, ja sogar die schon von Henle gefundene Neigung zu bestimmten Reaktionen an den Zellen des sympathischen Nervengeflechts (chromaffine Zellen) ist durch das gesamte Tierreich zu verfolgen.

Als Konvergenzerscheinung ist auch die Ausbildung identischer Organe zu betrachten bei den allerverschiedensten Tierarten, Organe, die nicht bloss in ihrer Bedeutung für den Körper in der Art ihrer physiologischen Tätigkeit, sondern auch in ihrer histologischen Struktur in überraschender Weise miteinander übereinstimmen. Das betrifft z. B. die Leber, ganz besonders aber die Nieren, die immer, wie sie auch auftreten, eine weitgehende Aehnlichkeit der histologischen Struktur besitzen. Das Vorhandensein von Gefässknäueln, die in ein epitheliales Rohr eingestülpt sind, ist charakteristisch für alle harnbildenden Organe und selbst den Urnieren eigentümlich. Auch die Milz wäre hier zu nennen, obwohl sie ein ausschliessliches Wirbeltierorgan ist. Hier aber hat sie stets die gleiche Struktur, sogar im wesentlichen die gleiche grobe Form und die Lage auf der linken Seite des Körpers.

Weiter wären hierher dann auch die psychischen Erscheinungen zu rechnen. Wir haben keine Veranlassung, anzunehmen, dass die Psyche der Tiere prinzipiell von der des Menschen abweicht. Alle Anhänger einer solchen Anschauung, wie z. B. der Pater Wasmann, dann auch Reinke u. a., haben auch nicht den Schimmer eines Beweises dafür erbringen können, dass ausser quantitativen Unterschieden auch qualitative beständen. Im Gegenteil, überall, wo wir in die Psyche der Tiere einzudringen vermögen, sehen wir, dass sie mit der unseren vollkommen im Prinzip übereinstimmt. Dass die Tiere imstande sind, Farben zu unterscheiden, ist zweifellos, ebenso dass sie Töne voneinander unterscheiden können. Dass ihnen gewisse Farben- und Ton-Erscheinungen angenehme oder unangenehme Gefühle erwecken, ist ganz sicher. Der morphologische Bau der Netzhaut und des Gehörorgans lässt unzweifelhaft erkennen, dass sowohl die optische Aufnahme als auch die nervösen Leitungen in gleicher Weise vor sich gehen müssen wie beim Menschen. Dasselbe gilt vom Geruchssinn und von der Perzeption durch die Gefühlsnerven. Dass die Tiere ein Ge-

Digitized by Google

dächtnis haben, ja dass sogar niederen Tieren ein solches zukommt, darüber kann gar kein Zweifel sein. Es liegt auch keinerlei Veranlassung vor, an der Schlussfähigkeit der Tiere zu zweifeln, und wenn dies in anderer Weise von Wasmann dargestellt wird, so beruht das viel mehr auf seiner durchaus willkürlichen Definition des Begriffes „Vernunft", als auf den beobachteten Tatsachen. Das einzige, was etwas schwieriger zu beantworten ist, ist die Frage, ob die Tiere auch ein Selbstbewusstsein haben, d. h. ob sich psychische Vorgänge in ihnen abspielen können, ohne dass sie sich zu äussern brauchen. Ich glaube jedoch, dass es auch dafür einen Beweis gibt, der nämlich darin liegt, dass Tiere unzweifelhaft träumen können. Wenn man schlafende Tiere, besonders Hunde und Pferde beobachtet, so ist die Existenz von Träumen bei diesen Tieren gar nicht zu bezweifeln, und dass die Träume zu den im Innern des Körpers sich abspielenden psychischen Vorgängen gehören und infolgedessen einen Teil des Selbstbewusstseins ausmachen, dürfte keinem Zweifel unterliegen.

Es hat ja von jeher allen Psychologen und Philosophen eine besondere Schwierigkeit gemacht, das Selbstbewusstsein zu begreifen und zu erklären. Deshalb ist es vielleicht von Interesse, einmal zu hören, was in dieser Beziehung ein so ausgezeichneter Denker wie E. Mach[1]) sagt. Derselbe äussert sich in folgender Weise: „Es ist auch nicht einzusehen, was durch die Annahme einer besonderen, von allen übrigen physikalischen Energien verschiedenen „Energie des Bewusstseins" gewonnen sein soll. Das wäre eine Voraussetzung, welche im Gebiet der Physik gar keine Funktion hätte, unnötig wäre, im Gebiet der Psychologie aber nichts verständlicher machen würde. Das Bewusstsein ist keine besondere (psychische) Qualität oder Klasse von Qualitäten, die sich von den physischen Qualitäten unterscheidet; es ist auch keine besondere Qualität, die zu der physischen hinzukommen müsste, um das Unbewusste zum Bewussten zu machen." Mach ist auch unbedingt der Ansicht, dass sich die Anfänge der Begriffsbildung den höheren Tieren nicht absprechen lassen, und er erkennt deswegen zwischen den Tieren und den Menschen nur einen quanti-

1) Erkenntnis und Irrtum. Leipzig 1906. 2. Aufl. S. 43.

Digitized by Google

tativen, aber nicht einen qualitativen Unterschied an. Ich zitiere zum Beweise wörtlich, was er auf S. 74 sagt: „Die Unterschiede, welche der Mensch in psychischer Beziehung gegen die Tiere darbietet, sind nicht qualitativer, sondern bloss quantitativer Art. Infolge seiner verwickelten Lebensbedingungen hat sich 1. sein psychisches Leben intensiver und reicher gestaltet, 2. ist sein Interessenkreis grösser und weiter, 3. ist er fähig, zur Erreichung seiner biologischen Ziele, einen längeren Umweg einzuschlagen, 4. übt das Leben der Zeitgenossen und Vorfahren, vermöge der vollkommeneren mündlichen und schriftlichen Mitteilung, einen stärkeren und direkteren Einfluss auf das Individuum, 5. findet in der Lebenszeit des einzelnen eine raschere Umwandlung des psychischen Lebens statt."

Daher ist es auch kein Wunder, dass auch weitgehende Konvergenzerscheinungen in Bezug auf die Instinkte hervortreten. Nicht nur die groben animalischen Instinkte, wie z. B. der Trieb zur Nahrungsaufnahme und der Geschlechtstrieb, sind allen tierischen Wesen gemeinsam, sondern auch eine ganze Reihe feinerer psychischer Instinkte lassen sich, wenigstens bei allen höheren Tieren, nachweisen, und dass dieselben mit Bewusstsein ausgeführt werden (wir nennen sie dann nicht mehr Instinkte), zeigen die Beobachtungen an allen denjenigen Tieren, die in Rudeln leben und Wachtposten aufstellen, also in gleicher Weise verfahren wie der Mensch, wenn er sich in einer ähnlichen Lage befindet. Es deutet darauf aber auch hin z. B. die Furcht vor Gefahren, die bei den meisten Tieren und auch beim Menschen eine anerzogene Empfindung ist und die entweder auf der Erinnerung eigener Erfahrungen beruht, oder von den Eltern den Kindern beigebracht wird. Das gilt nicht nur vom Menschen, sondern auch von den übrigen Säugetieren, den Vögeln und vielleicht auch noch von niederen Tieren. Die Furchtempfindung gehört also auch in ausgesprochenem Masse zu den Konvergenzerscheinungen.

Freilich darf man alle diese psychischen Eigenschaften der Tiere nicht mit denjenigen des erwachsenen Menschen vergleichen, sondern mit denjenigen der kleinen Kinder. Wenn man nicht die Erfahrung hätte, wie sich diese Kinder, wenn sie herangewachsen sind, im späteren Leben verhalten, und wenn sie nicht gelegent-

Digitized by Google

lich imstande wären, über ihre eigene Jugend aus der Erinnerung Angaben zu machen, d. h. wenn man darauf angewiesen wäre, ihre psychischen Vorgänge objektiv wie bei den Tieren beobachten zu müssen, so würde man schwerlich zu irgend einem anderen Resultat kommen wie bei den Tieren, d. h. Wasmann müsste logischer Weise auch den kleinen Kindern die Seele absprechen, wie er sie den Tieren abspricht. Aber alle die psychologischen Fragen, die Wasmann zum Beweise einer besonderen Menschenseele diskutiert, gehen vom erwachsenen Menschen aus, und er vermeidet es sorgfältig, irgend welchen Hinweis auf die kindlichen Funktionen zu geben. Sonst würde er vielleicht mehr Aehnlichkeit zwischen der Psyche eines Hundes und eines $1^1/_2$ jährigen Kindes finden, als zwischen dieser und der eines Erwachsenen.

Ich möchte endlich noch auf eine psychische Konvergenzerscheinung innerhalb des Menschengeschlechts selber hinweisen, nämlich auf die eigentümliche Erfahrung, dass sich fast überall annähernd ähnliche Religionen und Sagen entwickelt haben, auch dort, wo diese nicht durch Tradition übertragen werden konnten, sondern wo sie zweifellos autochthon entstanden sind, wie ein Vergleich der Religionen in der alten und in der neuen Welt ergeben hat.

Es ist ja auch bekannt, dass Erfindungen und Entdeckungen häufig gleichzeitig und gänzlich getrennt voneinander von mehreren Menschen an verschiedenen Orten gemacht werden, so dass eine Aehnlichkeit der Gedankenrichtung gleichzeitig an verschiedenen Stellen vorausgesetzt werden muss[1]).

Wenn Reinke sagt: „Das Prinzip der Konvergenz ist frei von den Beweisen dafür, dass die ganze Entwicklung auf mechanischer Grundlage geschieht", so bin ich der Ansicht, dass gerade die Konvergenzerscheinungen den besten Beweis dafür abgeben, dass sich die ganze Entwicklung in einer mechanischen Zwangslage befindet und dass nicht ausschliesslich innere Verhältnisse die Veranlassung für die Entwicklung waren, sondern dass diese Entwicklung unter dem Einfluss ganz bestimmter äusserer mechanischer Einwirkungen zustande kam. Ich vermeide ausdrücklich,

1) Vergleiche Mach, Erkenntnis und Irrtum.

Digitized by Google

zu sagen, unter der Einwirkung eines mechanischen Gesetzes, denn ich finde, dass mit dem Ausdruck Gesetz vielfach ein grosser Missbrauch getrieben wird. Auch Eimer sagt wiederholt, dass die Entwicklung beherrscht werde von dem Gesetz der Orthogenese. Es mag das nur eine Redefloskel sein, aber sie kann doch leicht zu ganz falschen Anschauungen führen, und man muss sich in jedem Fall klar sein, dass ein solches Gesetz nicht in Wirklichkeit existiert, sondern dass dasselbe immer nur den Ausdruck für eine von den Menschen aus der Summe der Tatsachen abgeleitete Regelmässigkeit bedeutet. Selbst das Gesetz der Schwerkraft wurde ursprünglich von Newton in diesem Sinne entwickelt und Newton sagt selbst, dass dieses Gesetz nur der Ausdruck für eine Erscheinung sei, und nicht eine Kraft, die er kenne[1]).

Die Einführung des Begriffs der Orthogenese hat sich in der Tat als ein Bedürfnis erwiesen, hauptsächlich basiert „auf der Untersuchung ganzer phyletischer Reihen und auf der Beobachtung, dass innerhalb derselben gewisse Merkmale sich in einer Richtung immer mehr verstärken, ohne dass die Möglichkeit besteht, diese Erscheinung durch eine ununterbrochene Einwirkung der natürlichen Auslese zu erklären“ (Daniel Rosa). Was den ersten Punkt betrifft, so ist derselbe ja ausserordentlich charakteristisch und durch zahlreiche Beobachtungen festgestellt. Auch Doederlein[2]) weist darauf hin, dass im Laufe der Differenzierung die Tiere unter Umständen in Wachstumsrichtungen gedrängt werden, die sie schliesslich so weit verfolgen, bis sie sich gewissermassen selbst übertreffen und daran zu Grunde gehen. In dieser Beziehung wird gewöhnlich der berühmte Macheirodus angeführt. Wenn aber Rosa sagt, dass nicht die Möglichkeit besteht, diese Erscheinung durch eine ununterbrochene Einwirkung der natürlichen Auslese

1) Die Aeusserung Newtons ist bemerkenswert, und ich gebe sie deshalb wörtlich wieder, wie sie sich in einem Briefe an Bentley (Gesammelte Werke von Ed. Horseley, London 1782, Tom. IV, p. 437—38) findet: „You sometimes speak of gravity as essential and inherent to matter. Pray do not ascribe that notion to me: for the cause of gravity is what I do not pretend to know, and therefore would take more time to consider of it“. (17. Jan. 1692—1693.)

2) Biolog. Zentralbl. Bd. 7.

Digitized by Google

zu erklären, so würde dem nicht ohne weiteres zuzustimmen sein, denn erstens mal könnte diese Erklärung noch in Zukunft gefunden werden, und der Mangel einer Erklärung kann uns an und für sich noch nicht zwingen, etwas anzunehmen, was vielleicht aus anderen Gründen unrichtig wäre. Auf keinen Fall kann es aber als richtig anerkannt werden, wenn Daniel Rosa auf S. 92 sagt: „Mit der Feststellung der Orthogenese ist endlich der unbekannte Faktor aufgefunden, dessen Dasein schon Osborne vermutet hatte". So muss auch hier wieder betont werden, dass die Orthogenese keineswegs als eine Erklärung oder als ein Faktor aufgefasst werden darf, sondern lediglich als ein Wort, das die Summe einer Reihe von Beobachtungen bedeutet und vielleicht z. T. resultiert aus unserer teilweise noch recht unvollständigen Kenntnis der Tatsachen. Es hat deswegen auch trotz der Gründe, die für die Existenz besonderer innerer Ursachen für die Entwicklung angeführt wurden, nicht an Gegnern der Theorie einer Orthogenese selbst im Sinne Rosas oder Plates gefehlt. So sagt z. B. Dahl[1]): „Die Nägelische Theorie lässt die Arten aus zwingenden inneren Ursachen heraus entstehen. Dieselbe würde die Tatsache, dass zwei Arten (von Spinnen) übereinander übergreifen und scharf voneinander verschieden sind, sehr wohl erklären. Aber es wäre doch höchst sonderbar, wenn sich aus inneren Ursachen heraus in einer Gegend genau so viel Arten entwickelt haben sollen, als es verschiedene äussere Lebensbedingungen gab. Keine Geländeform ist nämlich unbesetzt geblieben, und nirgend wird derselbe Platz von zwei gleichberechtigten Arten eingenommen." Es geht jedoch mit der Theorie der Orthogenese wie mit manchen andern Theorien, z. B. der Seitenkettentheorie Ehrlichs. Sie lässt sich zwar nicht streng beweisen, aber vorläufig wenigstens auch nicht widerlegen, und wenn es auch an direkten Beweisen für eine solche Theorie fehlt, so gelangt sie doch zur Anerkennung, da sie einen mehr oder weniger bedeutenden heuristischen Wert haben kann. Klebs[2]) sagt daher auch mit Recht: „Die Annahme einer von der Aussenwelt ganz unabhängigen Selbstregulation lässt sich nie direkt

1) Biolog. Zentralblatt. Bd. 26.

2) Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903.

Digitized by Google

widerlegen, wohl kann man aber zeigen, dass sie sowohl unbewiesen wie ganz unnötig ist". Ich möchte es übrigens bezweifeln, dass es, wie Rosa meint, ganz unmöglich ist, sich eine Vorstellung darüber zu bilden, wie die durch Verfolgung einer bestimmten Entwicklungsrichtung entstandenen Exzesse zustande gekommen sind. Freilich würde das nicht in jedem einzelnen Falle möglich sein. Aber es sind doch solche Erklärungsversuche schon gegeben worden. So wurde die starke Entwicklung des Geweihes bei Cervus euryceros durch eine besondere Entwicklung der Geschlechtsdrüsen zu erklären versucht, und in Wirklichkeit glaube ich, dass, wenn man imstande wäre, die altruistischen Beziehungen zu solchen Erscheinungen genauer zu studieren, sich sehr häufig nachweisen liesse, wie solche Exzessbildungen altruistische Nebenprodukte darstellen, die als ungünstige Bildungen sich ergeben, hervorgerufen durch gleichzeitige Steigerung nützlicher Eigenschaften.

Die Differenzierung der Gewebe bei der ontogenetischen Entwicklung nimmt bekanntlich einen progressiven Verlauf, wie das auch im Kapitel 5 dargestellt wurde. Jede Arbeitsteilung, die die Zellarten eingehen, führt zu einer weitergehenden Spezialisierung ihrer Tätigkeit und ihrer Form, so dass man sagen kann, je mehr Zellgenerationen sich eine Zellart vom Ei entfernt hat, um so differenzierter muss die Zelle sein, wenn man als Zellgeneration immer diejenige Teilung bezeichnet, die zu einer weiteren Differenzierung führt und nicht zu einer einfachen Vermehrung der gleichartigen Zellen.

Aus den Betrachtungen der Orthogenese würde sich in der Tat dasselbe ergeben für die phylogenetische Entwicklung, denn auch hier nimmt die Differenzierung mit der Entfernung von dem Ausgangspunkt der Urzelle zu. Es besteht nur der Unterschied, auf den früher schon hingewiesen wurde, dass die phylogenetische Entwicklung von einer möglichst undifferenzierten lebenden Substanz ihren Ausgang nimmt, während die Ontogenese der mehrzelligen Wesen ausgeht von bereits in bestimmter Richtung differenzierten Eizellen.

Wenn wir aber überhaupt das Entwicklungsprinzip festhalten, worüber heutzutage eine ernstliche Diskussion nicht mehr geführt zu werden braucht, dann müssen wir annehmen, dass die höheren

Digitized by Google

Differenzierungen in der phylogenetischen Entwicklung nicht wie bei einer ontogenetischen durch eine wirkliche ungleichartige Teilung zustande gekommen sind. Vielmehr ist durch besondere Differenzierungen der Eigenschaften, Gruppierungen derselben, Zurücktreten der einzelnen und in den Vordergrunddrängen der anderen die Entwicklung höherer Tiere entstanden. Es steht nichts im Wege, sich das, wie früher schon geschildert, in der Weise vorzustellen, dass zunächst an einzelligen Wesen durch äussere Einflüsse Differenzierungen auftraten. Diese Differenzierungen steigerten sich so weit, dass eine zelluläre Arbeitsteilung eintreten musste, wodurch aus dem einzelligen Wesen das vielzellige Wesen wurde. Die weitere Entstehung der Arten aber hat man sich bisher in zwei verschiedenen Formen vorgestellt, nämlich einmal so, dass sich eine Art in zwei neue oder mehrere neue spaltete, oder auch so, dass von einer Art eine neue abgespalten wurde, indem gleichzeitig die alte Art bestehen blieb. Nun zeigt die Erfahrung durchaus dasjenige, was Daniel Rosa behauptet, nämlich dass mit zunehmender Differenzierung die Variationsfähigkeit abnimmt, und dass Eigenschaften, die einmal gänzlich verloren gegangen sind, bei der phylogenetischen Entwicklung nicht wieder hervortreten. Diese Tatsachen kann man als Beobachtungstatsachen ansehen. Ob es aber notwendig so sein muss, und ob, wie Rosa meint, eine Rückbildung niemals wieder möglich ist und durch zunehmende Differenzierung schliesslich ein starrer Zustand der Arten entstehen müsste, das erscheint noch in keiner Weise erwiesen. Es würde das nur denkbar sein, wenn die Funktionen der Tiere aufhörten, komplexe Grössen zu sein. Das ist aber in keiner Weise der Fall. Wir sehen, dass sich die spezifischen Funktionen sowohl der einzelnen Zellen als auch ganzer Tiere immer noch in eine grosse Zahl von Einzelfunktionen auflösen lassen, so dass theoretisch gedacht werden könnte, dass sich dieselben immer in ebenso viele mit einfacheren, aber mehr spezialisierten Funktionen versehene Wesen resp. Zellen teilen könnten. Das wäre aber nicht einmal zur Bildung neuer Arten notwendig, sondern es würde auch dazu eine Variation der einzelnen Funktionen oder eine andere Kombination derselben schon ausreichen, und so sieht man, dass von einer absehbaren Erschöpfung der Variationsfähigkeit und dem

Digitized by Google

Starrwerden der Arten auch rein theoretisch keine Rede sein kann. Ob man berechtigt ist, diese Variationsfähigkeit unendlich zu nennen, ist kaum der Diskussion zugänglich, ebenso wenig wie der Begriff der Unendlichkeit überhaupt.

Obwohl nun schon Darwin darauf hinweist, dass ein einmal verlorenes Organ niemals wieder in die Erscheinung tritt, weil, wie er sich ausdrückt, ein Glied in der Kette zerbrochen sei, und obwohl auch Daniel Rosa diesen Zustand ganz besonders als Richtschnur für seine Vorstellung heranzieht, so ist doch zu bezweifeln, ob das absolut richtig ist. Ich meine im Gegenteil, dass die Rückbildungen, die man bei manchen Tieren sieht, und auch die atavistischen Erscheinungen auf das Wiederauftreten früherer, weniger differenzierter Zustände hindeuten können. Es würde vielfach von äusseren Umständen abhängen, dass solche einfacheren Zustände wieder sich als nützlich erwiesen, um dieselben bei ihrem Wiederauftreten auch zu erhalten. Wenn wir sehen, dass schon hoch differenzierte Tiere durch Anpassung an einen Parasitismus sich in sehr einfache umwandeln können, so würde nur die Voraussetzung notwendig sein, dass diese so reduzierten Parasiten eine selbstständige Existenzfähigkeit fänden, und wir würden nicht imstande sein, zu unterscheiden, ob dieselben entdifferenziert und aus komplizierteren Formen hervorgegangen sind oder solche, die in der Entwicklung noch nicht weit vorgeschritten sind. Manche Lebewesen haben in dieser Beziehung schon verschiedene Deutung erfahren. Wenn man speziell auf den Menschen exemplifiziert, so sieht man, dass scheinbar bereits gut fixierte Organe doch in Erinnerung früherer phylogenetischer Zustände in weitem Umfange variieren können. Ich erwähne nur die überzähligen Halsrippen, die echte Schwanzbildung, überzählige Wirbel, abnorme Behaarung, Furchen in der Leber usw. Alle diese ganz offenbaren Rückschläge auf ältere Zustände würden zu dauernden Eigenschaften der Menschen werden können, wenn dieselben sich als ausgesprochen nützlich oder notwendig für die Existenz des Menschengeschlechts erwiesen. Und wenn wir also tatsächlich beobachten, dass ein Fortschreiten in einer bestimmten Richtung hin die Regel ist, so besagt das nicht, dass ein Rückschritt unmöglich ist, sondern nur, dass die äusseren Umstände zunächst wenigstens einen solchen

Digitized by Google

Rückschritt als Arteigenschaft nicht erzeugt haben und nur gelegentlich bei Einzelindividuen zuliessen.

Der Grund hierfür ist leicht zu erkennen. Denn um frühere Arteigenschaften wieder dauernd in die Erscheinung treten zu lassen, müssten auch die früheren Bedingungen wiederhergestellt werden, d. h. es müssten dieselben Temperaturverhältnisse, derselbe Kohlensäure- und Feuchtigkeitsgehalt der Luft, die gleiche Gestaltung der Oberfläche der Erde, die gleichen altruistischen Beziehungen zu der Umgebung eintreten, die früher schon einmal vorhanden waren. Das ist aber in Wirklichkeit nicht möglich, denn dazu müsste die ganze Vergangenheit ausgelöscht sein, die von Einfluss war auf alle diese Bedingungen, und es müssten vor allen Dingen alle diejenigen Einwirkungen rückgängig gemacht werden, die, von den Lebewesen selbst ausgehend, gestaltend auf die Erdoberfläche einwirkten. Dasjenige, was aber die Lebewesen an der Erdoberfläche geschaffen haben und was selbst mit zur Entwicklung der späteren Lebewesen gedient hat, ist niemals aus der Weltgeschichte auszustreichen, und daher können die einmal vorübergegangenen Bedingungen nie genau so wiederkehren. Auf dieser Unmöglichkeit, die früheren Bedingungen genau wieder herzustellen, scheint mir ein grosser Teil des Prinzips der Orthogenese zu beruhen.

Wir stehen am Ende einer Entwicklungsreihe und betrachten dieselbe ex post. Es ist dabei ganz gleichgiltig, ob das das wirkliche Ende ist, oder ob die Reihe sich, wie wohl anzunehmen ist, noch weiter fortsetzen wird. Durch die Konvergenzerscheinungen macht uns die Reihe den Eindruck, als wenn sie unter einem Zwange bestimmt gerichtet wäre, aber nur deswegen, weil die Entwicklung so, und nicht anders erfolgt ist. Man könnte sich ganz gut vorstellen, dass dieselbe auch einen ganz andern Weg genommen hätte. Wir haben z. B. Organe für die Lichtempfindung, und wir betrachten deswegen die Entwicklung der Augen als Endresultat einer der Orthogenesis folgenden Entwicklungsreihe. Wir haben kein Organ für die Empfindung der Elektrizität. Die Elektrizität können wir nur wahrnehmen, wenn sie sich in Wärme oder in Licht umsetzt, oder wenn sie unsere Gefühls-, Geruchs- und Geschmacksnerven reizt. Als solche aber an und für sich perzi-

Digitized by Google

pieren wir sie nicht. Es wäre ja nun auch denkbar, dass die Entwicklung eine andere gewesen wäre, dass z. B. Organe für die Lichtempfindung nicht zustande gekommen wären, wie uns ein Organ für Elektrizität fehlt, dass sich aber umgekehrt Organe für die Wahrnehmung der Elektrizität gebildet hätten. Dann würde uns eine solche Entwicklung als die vorteilhafteste erscheinen, und wir würden über sie gerade so denken, wie wir heute über die Entwicklung der Augen und sonstigen Organe für die Lichtperzeption denken. Mir scheint, dass schon Rolph[1]) eine gleiche Anschauung gehabt hat, indem er sagt: „Es muss immer festgehalten werden, dass das Resultat der Anpassung nicht gleich zu setzen ist dem, was wir Fortentwicklung zu nennen belieben. Die Anpassung hat absolut keine Tendenz, kein Streben, Formen zu liefern, welche nach menschlicher Vorstellung sich als höhere darstellen würden."

Man sieht also, dass die Auffassung über die Orthogenese eine ausgesprochen anthropozentrische ist, dass wir sie wohl im Sinne Plates als Konstatierung einer Tatsache festhalten können, aber nicht im Sinne Nägelis und Eimers als einen selbständig tätigen Faktor, der von irgend welchem Einfluss auf die Entwicklung der heute lebenden Materie gewesen ist.

1) Biolog. Probleme. Leipzig 1884. S. 13.

Digitized by Google

8. Kapitel.

Lamarckismus.

Wenn man den Lamarckismus seiner Deutung entkleidet, die er von den Neovitalisten erhalten hat, so bleiben die Anschauungen übrig, die wirklich auf Lamarck zurückzuführen sind, und die er in so präziser Weise formuliert, dass es ganz unverständlich erscheint, wie man seinen Anschauungen so veränderte Deutungen geben konnte. Es ist in seiner „Zoologischen Philosophie“ [1]) S. 121 folgendes zu lesen: „Bei jedem Tier, welches das Ziel seiner Entwicklung noch nicht überschritten hat, stärkt der häufigere und bleibende Gebrauch eines Organs dasselbe allmählich, entwickelt und vergrössert es und verleiht ihm eine Kraft, die zu der Dauer dieses Gebrauches im Verhältnis steht; während der konstante Nichtgebrauch eines Organs dasselbe allmählich schwächer macht, verschlechtert, seine Fähigkeiten fortschreitend vermindert und es endlich verschwinden lässt. Alles, was die Tiere durch den Einfluss der Verhältnisse, dem sie während langer Zeit ausgesetzt sind, und folglich durch den Einfluss des vorherrschenden Gebrauchs oder konstanten Nichtgebrauchs eines Organs erwerben oder verlieren, wird durch die Fortpflanzung auf die Nachkommen vererbt, vorausgesetzt dass die erworbenen Veränderungen beiden Geschlechtern oder denen, welche diese Nachkommen hervorgebracht haben, gemeinsam seien.“ Und an anderer Stelle ist zu lesen: „Beim Studium der Tiere aller Klassen muss man ausser ihrer Organisation noch vieles andere berücksichtigen. Der Einfluss der

1) Uebers. v. Lang. Leipzig 1903.

Digitized by Google

Umstände als Ursache neuer Bedürfnisse; die Wirkung der Bedürfnisse als Ursache der Tätigkeiten; die Wirkung der wiederholten Handlungen als Ursache der Gewohnheiten und Neigungen; die Folge des vermehrten oder verminderten Gebrauchs dieses oder jenes Organes; die Mittel, deren die Natur sich bedient, um alles in der Organisation Neuerworbene zu behalten und auszubilden usw. Alles das sind für die rationelle Philosophie höchst wichtige Umstände.“ Man fragt sich, warum diese Vorstellungen Lamarcks einen solchen Einfluss auf die Denkungsweise der Menschen ausübte, dass schon zu Darwins Zeiten seine Lehren den Naturforschern so sehr in Fleisch und Blut übergegangen waren, dass sie sich anders das Werden der Lebewesen garnicht vorstellen konnten, als durch die Vererbung individuell erworbener Eigenschaften. Der Grund ist in Wirklichkeit ein doppelter. Gerade so wie die Anschauungen, die später zur Deszendenztheorie führten, so sehr durch die beobachtenden Tatsachen vorbereitet waren, dass sie gewissermassen in der Luft lagen, so war es auch mit den Lamarckschen Anschauungen. Der Boden der Naturphilosophie war vorbereitet für die Aufnahme des Samens, den Lamarck in ihn hineinsenkte, und in Wirklichkeit wäre nichts einfacher gewesen, als sich zu erklären, dass alle die vielen Eigenschaften der Pflanzen und Tiere, die wir an ihnen erkennen und die sie mit ihrer äusseren Umgebung in Beziehung setzen, die uns deswegen als zweckmässig erscheinen, weil sie überall die Existenz der Individuen fördern, durch die Uebung und die Betätigung der Individuen in der sie umgebenden Welt entstanden sind. Erst als die schärfere Kritik an die Deutung dieser Beobachtungen angelegt wurde, da fand man, dass, man könnte sagen leider, eine solche Einwirkung der Natur auf die Individuen nicht positiv zu beweisen war, und es bildeten sich bald zwei Gruppen von Forschern, von denen die einen die Lamarcksche Lehre vollständig verwarfen, die andern sie als logisches Postulat aufstellten und weitere Beweise dafür suchten. Doch traten die letzteren immer mehr und mehr zurück, bis in neuerer Zeit sie wieder mehr Anhänger gewannen. Auch diese Ursachen stimmen überein mit Erscheinungen, die man sehr häufig bei der Diskussion wissenschaftlicher Fragen findet. Wenn man sich eine Zeitlang bemüht hat, bestimmte Dinge in bestimmter

Digitized by Google

Richtung zu erklären und man schliesslich auf einem toten Punkt angekommen ist, wo diese Erklärungen nicht ausreichen, dann greift man gern zu früheren Erklärungsversuchen zurück, die unter dem Eindruck von bestimmten Beobachtungen verworfen wurden, aber doch niemals definitiv widerlegt waren. Die Rückkehr zum Lamarckismus in der neueren Zeit bedeutet also keineswegs, dass wir heutzutage mehr Beweisgründe für denselben hätten als früher, sondern sie ist nur das Resultat einer Enttäuschung, der Aussichtslosigkeit, auf dem beschrittenen Wege weiter fortzukommen.

Es ist ja eigentlich selbstverständlich, dass jeder, der sich mit Entwicklungsfragen beschäftigt, auch die Lamarckschen Anschauungen diskutieren und Stellung zu denselben nehmen muss, so dass die Mehrzahl der betreffenden Autoren sich deutlich für oder gegen die Lamarckschen Anschauungen ausgesprochen haben. Ich will hier nur als wesentliche Anhänger die Zoologen Haeckel, Eimer, Haacke, Kassowitz und Plate erwähnen, und die Botaniker Nägeli und Wettstein. Am weitesten aber gingen die Paläontologen Rütimeyer[1]), Cope[2]), Ryder[3]) und H. F. Osborne[4]), die die verschiedenartigen Modifikationen des Zahnbaues als Anpassungsprodukte des physiologischen Zweckes zu erklären versuchten und diese Theorie der Ursache der Zahngestaltung bei den verschiedenen Säugetierordnungen im Detail prüften. Plate ist von diesen zweifellos am kritischsten vorgegangen, und er erkennt auch im wesentlichen an, dass ein direkter Beweis für die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften bisher nicht erbracht ist. Als Gegner wären zu erwähnen vor allen Dingen Weismann und Ziegler[5]). Von den Anhängern sind einige so sehr überzeugt von der Richtigkeit des Lamarckschen Prinzips, dass sie dasselbe geradezu als ein logisches Postulat aufstellen, denn Haacke[6]) sagt

1) Vergleichende Odontographie der Huftiere. Verhandl. d. naturf. Ges. Basel 1863. S. 558.

2) American Naturalist. 1883. — Journ. Ac. Nat. Sc. Philadelphia 1874. — Journ. of morphology. Boston 1889. Vol. III.

3) Proc. Philadelphia Ac. 1878. p. 45.

4) American Naturalist. 1888. p. 1067.

5) Ueber die Vererbung. Kongress f. innere Medicin. 1905.

6) Gestaltung und Vererbung. Leipzig 1893. S. 107.

Digitized by Google

z. B. direkt: „Die Vererbung erworbener Eigenschaften leugnen, heisst, das Gesetz von der Erhaltung der Kraft negieren.“ Er sucht aber doch noch nach besonderen Beweisen dafür und auch nach einer Erklärung, die er in seiner Gemmarienlehre gefunden zu haben glaubt, eine theoretische Betrachtung, die im günstigsten Falle als ein Bild aufgefasst werden muss, unter dem man sich die Vorgänge vorstellen kann, die aber in Wirklichkeit weder etwas erklärt noch beweist. Noch leichter macht sich Reinke[1]) die Entscheidung dieser wichtigen Frage, indem er, ohne irgend welche Beweise vorzubringen, sagt: „Mir ist unerfindlich, wie man sich darüber streiten kann, ob erworbene Eigenschaften vererbbar seien, oder nicht. Dass nicht alle von Lebewesen erworbenen Eigenschaften vererbbar sind, ist sicher.“ Auch Kassowitz, der im übrigen als ein Gegner aller teleologischen Prinzipien auf ganz anderem Standpunkt steht als Reinke, ist der Ansicht, dass die Beweise für die Vererbbarkeit somatisch erworbener Eigenschaften überall zutage treten, und in gleicher Weise äussert sich Eimer. Wettstein[2]) verschiebt den Lamarckismus nicht unwesentlich, indem er sagt: „Unter direkter Anpassung versteht der Lamarckismus die Fähigkeit der Individuen, unter den jeweilig herrschenden Verhältnissen zweckmässige Veränderungen zu erfahren und so die erworbenen Eigentümlichkeiten zu vererben.“ Lamarck ging wesentlich von der Voraussetzung aus, dass die Veränderung der Teile nicht allein durch Anpassung, sondern wesentlich durch Uebung resp. Nichtgebrauch der Teile geschehen ist. Gerade Anpassung unterliegt aber dem Selektionsprozess, und so fällt das wesentliche Moment der Lamarckschen Anschauung aus den Betrachtungen von Wettstein vollständig heraus. Eine etwas abweichende Stellung nimmt Klebs[3]) ein, der die inneren Bedingungen unter dem Einfluss der äusseren sich ändern lässt, dann aber anerkennt, dass diese Aenderung nicht zur Bildung neuer Varietäten führt, indem er sagt: „Jedem, der überhaupt für Gründe empfänglich ist, muss die Darstellung über die Rassen unserer Kulturpflanzen, über

1) Die Natur und Wir. S. 146.

2) Der Neolamarckismus und seine Beziehung zum Darwinismus. Jena 1903. S. 11.

3) Die willkürlichen Entwicklungsänderungen. Jena 1903. S. 153.

Digitized by Google

die Akklimatisation, die Ueberzeugung beibringen, dass die Vererbung erworbener Eigenschaften, d. h. eben erworbener innerer Bedingungen ein vorübergehender Zustand ist, dass bisher neue erbliche Varietäten nicht auf diesem Wege entstanden sind."

Es ist nun aber merkwürdig zu beobachten, dass die meisten Menschen im Lamarckschen Sinne sprechen, selbst wenn sie garnicht Anhänger seiner Anschauungen sind, so dass man dahin gerichtete Aussprüche nicht nur von Anhängern Lamarcks hört, sondern manchmal auch von seinen direkten Gegnern. Es ist z. B. bei der ausgesprochenen Richtung Haackes[1]) nicht erstaunlich, wenn derselbe in folgender Weise schliesst: „Die Zellen des inneren Keimblattes, die mit der Aussenwelt weniger häufig in Berührung kamen, konnten weicher bleiben und wurden infolgedessen geeigneter, Nahrung aufzunehmen und zu verarbeiten". Auffälliger ist es schon, wenn Plate[2]) sagt: „Die Bandwürmer, Trematoden und andere Parasiten mit Wirtswechsel erzeugen deshalb immer eine grosse Zahl von Eiern, weil immer nur ein minimaler Bruchteil derselben zur Entwicklung gelangt". Selbst Weismann, der doch ein ausgesprochener Gegner der Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften ist, sagt[3]): „Die Fruchtbarkeit der Art wird bedingt durch die Zerstörung, der sie ausgesetzt ist". In Wirklichkeit ist es offenbar umgekehrt. Die geringe Zahl der Entwicklung kann unmöglich als Ursache für die grosse Zahl der Eier betrachtet werden. Wenn die Tiere weniger Eier produzierten, so würde eben die Art verschwinden und nicht mehr existieren. Die Art existiert nur, weil so viele Eier gelegt werden, d. h. es sind eben nur diejenigen Arten übrig geblieben, die eine grosse Anzahl von Eiern legten, durch diese Ueberproduktion also ihre Existenz ermöglichten.

Es sind das nur einige Beispiele für viele. Wenn es z. B. heisst, die Zähne des Menschen sind Kauzähne geworden, weil sie gezwungen waren zu kauen, oder die Höcker der Oberzähne sind entstanden, weil sie genau in die Falten der Unterzähne

1) Gestaltung und Vererbung. S. 176.
2) Selektionsprinzip. 1903. S. 89.
3) l. c. S. 55.

Digitized by Google

hineinpassten, oder die Affen haben Hände, weil sie klettern, der Epheu hat Luftwurzeln, weil er sich an den Mauern hinaufrankt usw., so ist das oft nicht mehr als eine Redensart, die aber immer hervorgegangen ist aus ursprünglich Lamarckschen Anschauungen. Ich finde einen interessanten Satz von Goethe[1]), der hierher passen dürfte: „Fortgesetzte vieljährige Versuche haben mich gelehrt, dass immerfort wiederholte Phrasen sich zuletzt zur Ueberzeugung verknöchern und die Organe des Anschauens völlig verstumpfen". So denkt sich in der Tat die Mehrzahl derjenigen Menschen, die solche Redewendungen gebrauchen, garnichts besonderes dabei. Ja wenn man sie darüber interpellieren würde, so würden sie sich vielleicht vielfach als Gegner der Lamarckschen Anschauungen bezeichnen. Andere aber sprechen so mit direkter Absicht, indem sie auch wirklich die Ueberzeugung des in den Worten liegenden Sinnes haben. Auch Rolph[2]) klagt über diese Redewendungen, indem er sagt: „Man gefällt sich noch immer in der Redewendung, dass dieses oder jenes Tier so gebaut sei, weil es seiner Bestimmung und seinen Lebensbedingungen besser genügte. Was würde man denn sagen, wenn jemand folgendermassen deduzierte: „Die im Bereiche der Wellen am Ufer liegenden Steine rollen mit jeder Welle das Ufer herauf, um darnach wieder herunter zu prasseln. Es ist also die Bestimmung jener Steine, unaufhörlich auf- und abzurollen. Diese Mission können sie prompter und besser erfüllen, wenn sie glatt und rund sind, und infolgedessen nehmen sie die erforderliche Form an".

Die Frage hat sich nunmehr so zugespitzt, dass man sagt, können individuell erworbene Eigenschaften vererbt werden, oder auch so formuliert, können individuell erworbene somatische Eigenschaften als solche vererbt werden. Diese beiden Fragen sind offenbar ganz verschieden, und es stellt sich denn auch sehr bald heraus, dass selbst extreme Gegner der Lamarckschen Lehre, wie Weismann, durchaus nicht zögern, die erste Frage, können individuell erworbene Eigenschaften vererbt werden, mit ja zu beantworten, während sie die Frage, können individuell erworbene

1) Ueber den Zwischenkiefer des Menschen und der Tiere. Jena 1786.
2) Biologische Probleme. Leipzig 1884. S. 115.

Digitized by Google

somatische Eigenschaften vererbt werden, verneinen. Gerade für die letztere Frage nun haben diejenigen, die dieselbe bejahen, in neuerer Zeit wieder erheblich zugenommen. Es ist ganz charakteristisch, dass es vor allen Dingen die Botaniker und die Paläontologen sind, die sich dem alten Lamarckismus wieder zuwenden, während die Zoologen und speziell diejenigen, die sich mit der Natur des Menschen befassen, dem Lamarckismus im grossen und ganzen ferner stehen.

Man ist nun freilich davon zurückgekommen, die groben Eigenschaften, die die Individuen aufweisen, einfach aus dem Vererben von Gebrauch oder Nichtgebrauch zu erklären. Man sagt heutzutage nicht mehr, wie Lamarck es sagte, die Klettertiere haben zum Klettern geeignete Extremitäten, weil sie die Extremitäten immer zum Klettern gebrauchten, oder dass die Giraffe den langen Hals bekommen habe, weil sich ihre Vorfahren, um Nahrung zu bekommen, nach den hohen Aesten der Bäume streckten. Es wäre ja auch ganz unerklärlich, wie ein auf der Erde lebendes Tier auf den Gedanken gekommen sein sollte, seine in Hufen oder in Krallen auslaufenden Extremitäten dazu zu benutzen, auf Bäume zu klettern und so Greifzehen auszubilden. Die Affen haben nicht die Hände an den vorderen und hinteren Extremitäten ausgebildet, weil ihre Vorfahren kletterten, sondern sie klettern, weil aus irgend einem Grunde die Hände und Füsse Kletterorgane geworden sind.

Der Maulwurf hat seine Grabfüsse nicht, weil er seine Extremitäten zum Graben benutzte, sondern er gräbt, weil seine Füsse zum Graben geeignet sind. Deswegen ist es auch unrichtig, wenn Simroth[1]) sagt: „Die grössere Geschwindigkeit der Fortbewegung wird gewährleistet durch einseitige Richtung. Sie erheischt die Ausbildung einer Längsachse und führt daher zur bilateralen Symmetrie". „Man huldigt jetzt wohl der Ansicht, dass Sessilität, vielleicht schon Bewegungsarmut die Ursache radiären Baues war". Es könnte das nur in dem Sinne aufzufassen sein, dass die Fortbewegung denjenigen Tieren grössere Vorteile gewährt, die bilateral symmetrisch gebaut sind, weswegen

1) Entstehung der Landtiere. Leipzig 1901. S. 241.

Digitized by Google

auch solche unter diesen Bedingungen durch Auslese eine Anpassung erlangen, und dass unter den festsitzenden Tieren diejenigen sich durch Selektion herausbilden, die einen möglichst vollkommen radiären Bau haben, d. h. diejenigen mit dem radiären Bau führen ein festsitzendes Leben, aber nicht umgekehrt. Sie wurden nicht radiär, weil sie sich festsetzten. Die Giraffe ist imstande, ihre Nahrung von den Aesten der Bäume zu nehmen, weil sie aus irgend einem anderen Grunde einen langen Hals bekommen hat. Ein Tier mit einem kurzen Hals und niederen Füssen würde ja garnicht in die Lage kommen, seinen Hals in die Luft zu recken, um diese Nahrung höheren Aesten zu entnehmen. Obwohl an diesen groben Beispielen die Unsinnigkeit dieser Denkungsweise ohne weiteres ersichtlich ist, so wird doch fortwährend für feinere Verhältnisse dasselbe Prinzip in Anwendung gebracht. So sagt Haacke[1]) z. B.: „Gesetzt, es handelt sich um ein durch Kiemen atmendes, lurchartiges Wassertier mit einem Flossensaume am Schwanz und einer unbedeutenden Ausstülpung im vorderen Abschnitt des Darmrohres. Dieses Tier möge einen Teich bewohnen, der periodischen Austrocknungen unterworfen ist. Die Austrocknung würde zur Folge haben, dass die Kiemen des Tieres eintrocknen, der Flossensaum des Schwanzes sich zurückbildet, dass dagegen das Tier anfängt, die Ausstülpung seines Darmes zu einer Lunge umzubilden. Wenn solche periodischen Austrocknungen viele Generationen hindurch andauerten, so könnte ein Lurch entstehen, der nur in der Jugend noch seinen Vorfahren gleicht". Man sieht, dass dieses Beispiel ganz unrichtig gewählt ist. Wenn wirklich ein solches Tier in einem solchen Teich lebte, würde, wenn der Teich austrocknet, das Tier ohne weiteres zu Grunde gehen. Nur dann würde es imstande sein, sich zu erhalten, wenn es vorher schon durch irgend welche anderen Ursachen eine Ausstülpung des Darmrohres besitzt, die als Lunge tätig sein kann. Die Ausstülpung des Darmes allein, die sich erst in Zukunft zu einer Lunge entwickeln könnte, nutzt dem Tier beim periodischen Austrocknen des Teiches garnichts. Das Beispiel ist also nicht nur falsch gewählt, sondern der Gang der Entwicklung ist geradezu

1) Gestaltung und Vererbung. S. 304.

Digitized by Google

umgekehrt anzunehmen. Aus irgend einem Grunde entwickelten sich bei fischähnlichen Tieren Ausstülpungen des Darmes, die sie befähigten ausser durch Kiemen auch in der freien Atmosphäre zu atmen, und deswegen waren sie geeignet, Teiche zu bewohnen, die periodisch austrocknen.

Obgleich einige Autoren, wie z. B. Kassowitz, immer noch auch an diesen groben Verhältnissen festhalten und dieselben als Beweise für den Lamarckismus betrachten, so hat man doch im allgemeinen davon abgesehen, dieselben im Lamarckschen Sinne zu deuten, und hat sich auf feinere, z. T. sogar mikroskopische Verhältnisse berufen, obwohl dieselben tatsächlich in keiner Weise beweiskräftiger sind als die eben angedeuteten gröberen Zustände. Aber da die Widersinnigkeit an diesen feineren Verhältnissen nicht so augenfällig ist, so erscheinen sie vielen auch heute noch als beweiskräftig genug, um den Lamarckismus zu stützen. Wir werden uns also mit diesen feineren Verhältnissen zunächst einmal zu beschäftigen haben.

Ich will vor allem auf diejenige Frage eingehen, die mir am nächsten liegt, nämlich auf die Vererbung pathologischer Zustände. Bekanntlich wurde diese von vielen Seiten und auch ganz besonders von Virchow[1]) behauptet, der sich mehrfach darüber äussert. Eine besonders charakteristische Stelle für seine Anschauungen finde ich auf S. 34 der „Urbevölkerung Europas, Berlin 1874": „Aber auch pathologische Störungen können sich erblich fortpflanzen zumal dann, wenn die Bedingungen der Störung, die Ursachen der Abweichung fortbestehen und auf eine Generation nach der andern einwirken. So ist in der Tat die Frage zulässig, ob die Lappen ihre Stammesmerkmale nicht zum Teil der Ungunst der Verhältnisse verdanken, dass ihr Körper eine wirklich pathologische Erscheinung angenommen hat. Mit anderen Worten, es fragt sich, ob durch bestimmte Einflüsse innerhalb einer einzelnen Völkerschaft wie innerhalb einer einzelnen Familie, in einem einzelnen Stamm wie in einem einzelnen Individuum der physische Stammescharakter dauernde und erbliche Abweichungen von solcher

1) Rassenbildung und Erblichkeit. Bastian-Festschrift. Berlin 1896. — Anlage und Variation. Akad. d. Wiss. Berlin 1896. XXIII.

Digitized by Google

Stärke erfahren kann, dass dadurch die Erkenntnis der Gemeinsamkeit in hohem Masse erschwert oder gänzlich unmöglich gemacht wird."

Es kommt dabei z. T. darauf an, wie man pathologische Zustände definieren will, denn es ist gar kein Zweifel, dass es gewisse Abweichungen von der Norm gibt, die mit Sicherheit vererbbar sind. Dahin gehören nicht nur zahlreiche Missbildungen, sondern auch Erscheinungen, die wir Krankheiten nennen. Auf die Missbildungen brauche ich hier nicht näher einzugehen. Die darüber beigebrachten Tatsachen sind ja allgemein bekannt — es weiss jeder, dass Hautflecke, die sog. Naevi, dass Albinismus, dass Polydaktylie, Hasenscharte, Retinitis pigmentosa, Taubstummheit und vieles andere vererbbar sind, so dass hierauf gar nicht näher eingegangen zu werden braucht. Aber diese Krankheiten sind nicht von den Eltern somatisch erworben, sondern ganz sicher Veränderungen der Keimesanlage. Anders ist es mit denjenigen Krankheitszuständen, die nicht bei der Geburt schon vorhanden sind und deswegen uns nicht ohne weiteres als vererbbar imponieren, sondern die erst im späteren Leben auftreten können. Dahin gehören die vererbbaren Geisteskrankheiten, die Linsenluxation, die Gicht, die Fettsucht, die Chlorose, die Rachitis, die Myotonia congenita, Arteriosklerose, Kurzsichtigkeit usw.

Bollinger[1]) hat ein grösseres Material über diese Erscheinungen zusammengebracht. Aber auch sonst ist viel darüber in Einzelschriften und Sammelwerken diskutiert worden. Wenn man diese Krankheitszustände einzeln betrachtet, so wird man unschwer sehen, worum es sich handelt. Die Gicht z. B. ist eine Krankheit, die niemals angeboren ist, sondern die erst im späteren Leben, gewöhnlich erst nach dem 40. Lebensjahr, ausnahmsweise aber auch schon mit 19 und 20 Jahren in die Erscheinung tritt. Dass sie in manchen Familien besonders gehäuft vorkommt, kann gar kein Zweifel sein, und selbst wenn man zugeben will, dass sie unter dem Einfluss familiärer Gewohnheiten zustande kommt, so bleibt doch noch die Erblichkeit als Faktor für die Entstehung der Gicht bestehen. Aber niemals wird die Gicht als solche ver-

1) Ueber Vererbung von Krankheiten. Stuttgart 1882.

Digitized by Google

erbt, sondern offenbar nur die Disposition, und wenn die schädigenden Einflüsse, die die Gicht direkt hervorbringen, wegfallen, so kann es vorkommen, dass einzelne Individuen aus ausgesprochenen Gichtikerfamilien der Krankheit entgehen. Ganz dasselbe gilt von den Geisteskrankheiten, die sich bei den verschiedenen Individuen ein und derselben Familie sehr verschieden darstellen können. Die einen zeigen ausgesprochene Psychosen, die andern Trunksucht, Neigung zum Selbstmord oder zu Verbrechen, wieder andere nur auffällige Charaktereigenschaften, neurasthenische Zustände, nervöse Reizbarkeit, also dasjenige, was man modern als Degeneration bezeichnen würde. Aber auch hier sieht man, dass oft äussere Veranlassungen erst die eigentliche Geisteskrankheit ausbilden. Diejenigen Mitglieder solcher Familien, die solchen äusseren Veranlassungen entgehen, können dauernd existieren, ohne der Geisteskrankheit zu verfallen. Wenn wir auch für diese Geisteskrankheiten, sehr häufig wenigstens, keine morphologischen Befunde kennen, und wir sie deswegen häufig als funktionelle Störungen des zentralen Nervensystems aufzufassen haben, so beruht dies doch zweifellos auf unserer Unkenntnis der feinsten Struktur der Zentralorgane, und sie bedeuten nichts anderes, als dass die uns im feineren noch unbekannte Konstitution dieser Organe bei den Menschen eine grössere oder geringere Widerstandsfähigkeit gegenüber den äusseren Einflüssen haben, eine Variabilität, die wir ja auch bei allen andern Organkrankheiten kennen. Ebenso wie die Haut der meisten Menschen die Sonnenstrahlen anstandslos erträgt, ohne ausser einer Pigmentierung dadurch eine wesentliche Veränderung zu erleiden, so gibt es andere, die durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen Pigmentflecke, Epheliden bekommen, wieder andere, bei denen die Haut unter dem Einfluss des Lichts ekzematös erkrankt, und wiederum solche, bei denen sich schwere krebsige Hautkrankheiten einstellen. Gerade diese letzteren, bei denen sich das sogenannte Xeroderma pigmentosum entwickelt, pflegen familiär zu sein, und es handelt sich dabei ganz offenbar um eine angeborene und vererbbare Widerstandslosigkeit der äusseren Epidermis gegen Licht. In gleicher Weise haben wir uns die Verhältnisse beim Zentralnervensystem solcher Individuen und Familien vorzustellen, bei denen die äusseren Einwirkungen,

Digitized by Google

die andere ohne Schädigung ertragen, Veränderungen erzeugen, die sich je nach der Stärke verschieden darstellen und zur ausgesprochenen Geisteskrankheit führen können. Also auch hier ist es wiederum nur die Disposition, die vererbt wird, nicht aber die somatisch erworbene Krankheit.

Die Rachitis habe ich hier als Beispiel mit angeführt, weil sie in gewisser Beziehung eine ganz besondere Stellung einnimmt in dieser Frage. Sie stellt nämlich eine Krankheit dar, die unter naturgemässen Bedingungen, also bei Tieren in der Freiheit und bei unkultivierten Völkerrassen nicht vorkommt, die sich aber sofort einstellt, wenn Tiere im jüngeren Alter in Gefangenschaft kommen, oder wenn die Menschen unter gewissen Einflüssen der Domestikation leben. Dann aber stellt sich ein ausgesprochen erblicher Einfluss dar, indem in manchen Familien die Rachitis regelmässig wiederkehrt, während sie bei anderen, die unter den gleichen Bedingungen leben, nicht auftritt. Bei den verschiedenen Tieren kann man in dieser Beziehung eine ausgesprochene und erbliche Rassen- und Artdisposition nachweisen. So werden sämtliche Affen in der Gefangenschaft rachitisch, falls sie im jüngeren Alter in die Gefangenschaft kommen. Die niederen Affen haben eine viel geringere Disposition dazu als die höheren. Von den Raubtieren erkrankt nur ein verhältnismässig kleiner Teil an Rachitis, und gerade diejenigen, die domestiziert wurden, wie z. B. die Hunde und die Katzen, haben nur eine geringe Neigung zur Rachitis, die bei ihnen nur unter ganz besonders ungünstigen Bedingungen auftritt. Noch seltener ist die Rachitis bei Pflanzenfressern. Die Rachitis steht also ganz besonders unter dem Einfluss äusserer Umstände, aber sie entsteht auch immer nur auf der Basis einer angeborenen Disposition. Intrauterin wird sie sicher nicht erworben, wie früher häufig angenommen wurde, indem man Rachitis mit Chondrodystrophia congenita verwechselte[1]).

Die Luxation der Linse ist eine Erscheinung, die beim Menschen gewöhnlich um die Mitte der 40er Jahre sich einstellt, gehört also zu der von Eimer so genannten homochronen Ver-

1) v. Hansemann, Die Rachitis als Volkskrankheit Berl. klin. Wochenschrift. 1906. No. 9. — Rachitis des Schädels. Berlin 1901.

Digitized by Google

erbung, und sie beruht zweifellos auf einer mangelhaften Entwicklung des Ziliarkörpers, der mit dem Alter atrophisch wird. Ein normaler Ziliarkörper ist nun imstande, auch mit dieser Altersatrophie die Linse festzuhalten. Ein von vornherein aber schon zu gering entwickelter vermag das nicht, und die Linse gleitet nun aus ihrem Lager. Wiederum ist es also nicht die Linsenluxation selbst, die erworben und dann vererbt wird, sondern die bereits angeborene Form des Ziliarkörpers wird vererbt und ist die sichtbare Disposition für die Linsenluxation. Nun sieht man aber gerade aus diesem letzten Beispiel, dass diese Disposition auch nichts anderes ist als eine angeborene Missbildung, und man erkennt aus diesen gesamten Betrachtungen, dass zwischen den allgemein als Missbildung anerkannten Zuständen und zwischen den angeborenen Dispositionen, die gewöhnlich als Missbildungen bezeichnet werden, ein prinzipieller Unterschied nicht besteht, sondern lediglich ein gradueller.

Diese Betrachtungen exemplifizierten ausschliesslich auf den Menschen, und nur die Rachitis zeigt uns, dass auch bei den übrigen Tieren ähnliche Verhältnisse vorliegen. Dass wir bei den freilebenden Tieren solche Beobachtungen weniger anstellen können, beruht ganz wesentlich auf dem Umstande, weil alle Missbildungen, sei es in der Form ausgesprochener lokaler Störungen oder in der Form von Dispositionen zu Krankheiten durch die scharfe Selektion ausgemerzt werden. Bei Haustieren und auch ganz besonders bei Kulturpflanzen hat man ausreichend Gelegenheit, die gleichen Zustände zu studieren, und speziell die Disposition zu Krankheiten tritt bei Pflanzen, die ihren natürlichen Bedingungen entzogen werden und unter andere künstliche, für sie oft weniger günstige gebracht werden, in ganz ausgezeichneter Weise hervor und kann geradezu als erblich erscheinen. Auch hier sieht man wieder, wie bei der Rachitis der Tiere Rassen- und Artunterschiede auftreten.

Es ist früher vielfach die Rede davon gewesen, dass Infektionskrankheiten vererbt werden könnten. So sprach man z. B. von einer Vererbung der Tuberkulose und des Aussatzes, sowie der Syphilis. Nachdem die Erreger dieser Krankheiten bekannt geworden waren, musste naturgemäss der Begriff der Vererbung

Digitized by Google

in sich zusammenfallen, und alle diejenigen Fälle, wo die genannten Krankheiten wirklich von den Eltern auf die Kinder übertragen wurden, so dass die Kinder, wie z. B. bei der Tuberkulose und der Syphilis, mit der Krankheit behaftet bereits geboren waren, konnten nur als eine intrauterine Uebertragung aufgefasst werden. Ich sehe hier nun ganz davon ab, dass der Ausdruck Vererbung besonders in medizinischen Kreisen noch bis in die neueste Zeit hinein häufig ganz missbräuchlich angewendet wird, indem intrauterine Erwerbung und Vererbung identifiziert wird, worauf Orth besonders hingewiesen hat. Für alle in biologischen Dingen Geübten ist es nicht notwendig, hinzuzufügen, dass das zwei ganz verschiedene Dinge sind, selbst wenn es sich erweisen würde, dass der Infektionserreger in das unbefruchtete Ei eindringt. Wenn wir also bei solchen Krankheiten von einer Vererbung sprechen, so kann es sich nur um die Disposition handeln, und von Vererbung von Dispositionen ist in der Tat sehr viel die Rede gewesen.

In der menschlichen Pathologie treten uns solche Vorkommnisse sehr zahlreich entgegen. So ist z. B. die Disposition für die Lungenphthise, die in einer Stenose der oberen Brustapertur zu sehen ist, ganz zweifellos erblich, während die Syphilis eine Erkrankung ist, die eine besondere anatomische Disposition nicht voraussetzt, für die vielmehr jeder empfänglich ist, der sich der Infektion aussetzt. Für die Lepra liegen die Verhältnisse etwas komplizierter, denn es zeigt sich, dass Lepra nur in Lepragegenden infektiös ist, während es niemals vorgekommen ist, dass Leprakranke, die in einen sonst leprafreien Bezirk kamen, dort andere Menschen angesteckt haben. Die Disposition für die Lepra ist also eine durch regionäre Bedingung individuell erworbene Eigenschaft. Nun ist aber gar kein Zweifel, dass gewisse Dispositionen vererbt werden, die eine andere Bedeutung haben, wie z. B. die Stenose der oberen Brustapertur, denn solche Zustände rangieren in der Tat in einer Linie mit den Missbildungen, ebenso wie die Disposition zur Luxation der Linse, zu Blutungen, zur Myotonia congenita, zu Geisteskrankheiten, zu Zahnkaries usw. Es sind nicht gerade ausgesprochene Missbildungen im gewöhnlichen Sinne des Wortes, aber es sind regionäre Abweichungen vom Normalen, die im Prinzip dasselbe darstellen. Die hiervon abweichenden Dis-

Digitized by Google

positionen, die von den Eltern erworben und auf die Kinder übertragen werden können, sind nicht spezifischer Natur, sondern stellen nur generelle Schwächungszustände dar, die im Leben der Kinder zu Krankheiten führen können. Wenn z. B. die Eltern an Phthise gelitten haben, oder wenn eine Frau, während sie schwanger war, eine interkurrente Krankheit bekam, so können die Kinder schwächlich sein, anämisch und dauernd einen mangelhaften Ernährungszustand aufweisen, auch eine Neigung zu Stoffwechselstörungen der verschiedensten Art bekommen, wie z. B. zu Rachitis. Es ist ganz offenbar, dass es sich hier nicht um eine wirkliche Vererbung einer somatisch erworbenen Eigenschaft der Eltern handelt, sondern um eine intrauterin erworbene, durch den fehlerhaften Stoffwechsel der Mutter veranlasste Entwicklungsstörung. Dahin gehört auch das bekannte Beispiel von Settegast[1]): Ein Schafzüchter liess im Verlauf von 4 Wochen 170 Mutterschafe von einem einzigen Bock belegen unter Anwendung künstlicher Reizmittel. Der Bock blieb gesund und zeugungsfähig, aber die von ihm in so kurzer Zeit erzeugten Lämmer verfielen grösstenteils früher oder später der Traberkrankheit. Ein ausgezeichnetes Beispiel vom Menschen findet sich bei Echeveria[2]). Unter den 553 Kindern von 136 epileptischen Personen waren nur 105 gesund. 195 starben als Kinder an Krämpfen, 78 waren epileptisch, 39 litten an Lähmungen, 51 an Hysterie und Veitstanz, 11 waren geisteskrank, 18 Idioten. Der Rest starb an verschiedenen Krankheiten im jugendlichen Alter. Es kann also in solchen Fällen nicht behauptet werden, dass eine von den Eltern erworbene Eigenschaft auf die Kinder vererbt worden sei, und es ist deswegen auch nicht richtig, wenn Roth[3]) sagt: „Im Laufe des individuellen Lebens erworbene lokale Krankheiten werden als Disposition auf die Nachkommen vererbt und liefern den Beweis einer unmittelbaren Einwirkung der Teilgebilde des elterlichen Organismus auf die Spezifität der Keimstoffe." Es ist das offenbar ebenfalls eine missbräuchliche Verwendung des Wortes vererben für intrauterin erwerben, und es liegt durchaus kein Be-

1) Die Tierzucht. 1878. S. 117.

2) Schallmayer, Vererbung und Auslese im Lebenslauf der Völker. Jena 1903.

3) Die Tatsache der Vererbung. Berlin 1885.

Digitized by Google

weis dafür vor, dass die Keimstoffe durch solche Einflüsse getroffen werden. Ebensogut kann der bereits entwickelte Embryo oder Fötus beeinflusst werden. Aber selbst wenn die Keimstoffe dadurch wirklich getroffen würden, so würden doch nicht die spezifischen Bestandteile derselben in Betracht kommen, sondern nur die allgemeine Konstitution. Natürlich gilt diese ganze Betrachtung nur von Dispositionen im Sinne von Grundlagen für Krankheiten, nicht aber für Dispositionen für die Entstehung von Art- oder Rasseneigentümlichkeiten.

Ebensowenig wie die Infektionskrankheiten kann auch die künstliche Immunität gegen solche vererbt werden. Alle Versuche darüber[1]) zeigen, dass es sich dabei stets nur um einen intrauterin übertragenen Zustand handelt, aber nicht um eine wirkliche Vererbung.

Nun ist aber von altersher behauptet worden, dass nicht bloss solche auf dispositioneller Basis beruhenden Krankheiten, sondern auch andere individuell erworbene erblich sein können. Auch da sind die vorher angeführten Krankheitszustände als Beweise betrachtet worden, denn bei den Stammbäumen solcher Familien, in denen solche Krankheitszustände vorkamen, fingen dieselben bei irgend einem Individuum an, und es erweckte dann den Schein, als wenn dieses Individuum die Krankheit somatisch erworben habe und sie sich so erst von diesem auf die Nachkommen vererbt habe. Man kann sofort sehen, dass eine solche Annahme unrichtig ist. Ein habitueller Säufer z. B., der aus einer sonst gesunden Familie stammt, erzeugt eine Nachkommenschaft und wird so der Stammvater einer neuropathischen Familie. Dann bestand die Annahme, dass dieser Vater das Potatorium erworben habe und derselbe nun die Psychopathie auf seine Nachkommen vererbt habe. Ganz offenbar liegt der Fall ganz anders, nämlich so, dass aus irgend einem Grunde dieser Potator ein degeneriertes Nervensystem ab ovo besass, und es ist ein solches plötzliches Auftreten einer Missbildung in Familien, wo bis dahin nichts davon bemerkt wurde, nichts Ungewöhnliches und zweifellos auf eine Keimesvariation zurückzu-

1) Kleine und Möllers Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten. Bd. 75. 1906.

Digitized by Google

führen, die unter uns unbekannten Ursachen auftritt. Hugo de Vries würde das eine Mutation nennen.

Sehr lehrreich war folgender mir bekannt gewordene Fall. Ein Vater hatte 6 Söhne. Davon waren 4 bereits geboren, als der Vater selbst eine Hernie akquirierte. Die zwei später geborenen Söhne wurden bereits mit einer Hernie geboren. Der Fall wurde so aufgefasst, dass die erworbene Hernie sich auf die später geborenen Söhne übertrug, offenbar mit Unrecht. Denn wir wissen heutzutage, dass keine Hernie im späteren Leben entsteht, bei der nicht schon die ersten Anfänge angeboren sind. Der Vater besass also schon bei seiner Geburt die ersten, aber noch nicht wahrnehmbaren Anfänge des Bruches, die sich dann später unter dem Einfluss eines Traumas plötzlich so weit verstärkten, dass die Hernie in die Erscheinung trat. Es zeigte sich denn auch später, dass zwei der bereits früher geborenen Söhne im höheren Alter noch eine Hernie bekamen, dass also auch auf diese die ersten Anfänge dieser Bildung erblich übertragen waren. Wie vorsichtig man in der Beurteilung solcher Angaben sein muss, geht auch z. B. aus folgender Betrachtung hervor. Ein Mensch erwirbt in seinem höheren Alter eine Trübung der Linse, d. h. er bekommt einen Star. Von seinen Kindern haben einige angeborenen Star, und man könnte dadurch zu der Vorstellung gelangen, als sei die angeborene Starbildung eine somatisch erworbene und auf die Nachkommen vererbte Eigenschaft. Die Augenärzte wissen aber sehr genau, dass der vererbte Star eine ganz andere Krankheit ist als der im späteren Leben erworbene, und dass diese beiden Affektionen garnichts miteinander gemein haben.

Wenn man hier in klarer Weise dem Irrtum nachkommen konnte, so ist das in vielen anderen Fällen nicht möglich, und daraus hat sich die Vorstellung, man könnte geradezu sagen der Aberglaube entwickelt, dass traumatische Verletzungen vererbt werden könnten. Der Volksaberglaube hat in Wirklichkeit eine grosse Menge solcher Vorkommnisse festgehalten, und die Entstehung der Feuermäler bei Kindern wird in den breitesten Volksschichten auch heute noch auf ein Versehen der Mutter zurückgeführt. Dasjenige, was jeder Naturforscher als Aberglauben abgelehnt hätte, ist doch lange Zeit als wissenschaftliche Tatsache

Digitized by Google

adoptiert gewesen, obwohl in Wirklichkeit die Anschauung von der erblichen Uebertragbarkeit von Verletzungen für die logische Betrachtung nichts anderes bedeutet als die Vorstellung vom Versehen der Mutter. Diese Anschauungen haben sich nun in Wirklichkeit bis in die neuere Zeit erhalten, und es ist erst etwa 20 Jahre her, dass auf der Naturforscherversammlung in Heidelberg eine Katze mit ihren schwanzlosen Jungen gezeigt wurde, die angeblich ihren Schwanz durch einen Unglücksfall auf der Strasse verloren hatte und von der behauptet wurde, dass sie ihre Schwanzlosigkeit auf die Jungen übertragen habe. Freilich stellte sich später heraus, dass dieser Fall auf einem Irrtum beruhte und dass mit der Katze ein Kater zusammen gekommen war, der aus einer schwanzlosen Rasse stammte. Das hat nicht gehindert, dass damals erneut Versuche angestellt wurden über die Wirkung von Verletzungen auf die Erblichkeit. Auch die bekannten Weismannschen Versuche an weissen Mäusen sind eine Folge dieser Beobachtung an der Katze gewesen. Haacke[1]) greift diese Versuche Weismanns, der ja gerade ein Gegner der Vererbung traumatischer Verletzungen war, aufs heftigste an, indem er ähnlich wie Eimer ausführt, dass die Einwirkung einige Generationen hindurch garnicht eine Abänderung erwarten lassen könnte, sondern dass diese erst nach Jahrtausenden oder Jahrmillionen einen Reiz ausüben könnte, der stark genug wäre, erbliche Veränderungen zu zeitigen; deswegen seien Versuche im Laboratorium in dieser Richtung ganz aussichtslos. „An die Experimentierkunst der Natur müssen wir uns wenden, wenn wir Aufschluss über die Frage erhalten wollen, ob sich Verstümmelungen vererben oder nicht, und die Natur zeigt, dass in der Tat eine Vererbung von Verstümmelungen stattfindet, wenn das betreffende Experiment nur genügend lange Zeit hindurch und in jeder Generation gründlich ausgeführt wird. Fälle von Vererbung von Verstümmelungen sind keineswegs selten, sondern sogar sehr häufig, wenn wir uns unter den wildlebenden Tieren darnach umsehen". Solche Beispiele führt Haacke zwar nun keineswegs an, wie man erwarten sollte, sondern er kommt dann ausschliesslich auf das Beispiel der Saat-

1) Gestaltung und Vererbung. S. 295.

Digitized by Google

krähe, von der später noch die Rede sein soll. Auch führt er hier die dickeren Fusssohlen der Tiere, die Gesässschwielen der Affen, den Schwund des Haarkleides an gewissen Körperteilen an, und er schliesst die im Verhältnis zu der Ankündigung sehr dürftige Beweisführung mit den Worten: „Die Vererbung von Verletzungen ist weder ein Märchen, noch auch mehr ein wissenschaftliches Problem, sondern eine wissenschaftliche Tatsache, wie uns der hübsche Fall der Saatkrähe gezeigt hat".

Meiner Ansicht nach hat also Haacke, der von den angeblich zahllosen Beispielen nur diese wenigen anzuführen weiss, zu einem solchen Angriff gegen Weismann gar kein Recht, und er vergisst vollständig dabei, dass in jener Zeit noch ganz allgemein an die erbliche Uebertragung solcher Verletzungen geglaubt wurde. Merkwürdigerweise ist von allen Autoren, die sich mit dieser Frage beschäftigen, an der Spitze Haacke, Kassowitz u. a. eines Ereignisses keinerlei Erwähnung getan, nämlich der Beschneidung. Seit mehreren tausend Jahren wird dieselbe jetzt schon bei vielen Menschenrassen vorgenommen, ohne dass dadurch ein Einfluss auf die Existenz oder die Grösse des Präputiums ausgeübt worden wäre. Wir können mit Sicherheit annehmen, dass bei manchen Völkerrassen diese Gewohnheit schon mindestens 5000 bis 6000 Jahre besteht, und es ist nicht erfindlich, wie lange denn die Zeit sein müsste, bei der ein solcher Einfluss nun endlich anfangen sollte. Eimer verfährt in der Tat in dieser Richtung konsequenter, obwohl er ein Anhänger der Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften ist, indem er sagt, es sei zwar mit Sicherheit anzunehmen, dass solche vererbbar seien, aber es ist mit Sicherheit erwiesen, dass viele derselben nicht erblich seien. Alle Autoren geben zu, dass es noch niemals experimentell gelungen sei, eine Veränderung an dem Körper eines Tieres vorzunehmen, die sich dann auf die Nachkommen vererbt habe, und alle die Anhänger der Lamarckschen Theorie verschanzen sich hinter der Erklärung wie Haacke, dass eben eine solche Einwirkung nur dann erblich werden könnte, wenn sie durch viele Generationen sich immer wiederholt und zwar durch so viele, dass dazu das Leben eines Experimentators nicht ausreicht. Alle diese Autoren übersehen aber, dass, wenn überhaupt ein Einfluss ausgeübt werden soll, er

Digitized by Google

jedesmal vorhanden sein muss, wenn auch nur ausserordentlich gering. Es müsste also nach einer Reihe von Generationen eine Summierung eintreten, anders ist doch die Anschauung dieser Autoren nicht zu denken. Oder sie verfielen auf den bekannten Ausspruch jener Marktfrau, die behauptete, an der einzelnen Apfelsine nichts zu verdienen, aber die Masse müsse ihr den Gewinn bringen. Es war also ganz korrekt, wenn Weismann an Mäusen mit Verkürzung des Schwanzes experimentierte, und wenn überhaupt durch eine solche Einwirkung eine erbliche Veränderung hervorzubringen war, so musste dieselbe auch nach einer kürzeren Reihe von Generationen bemerkbar werden, wenn auch zunächst nur in ganz geringem Grade, was nicht der Fall war. Es fehlt überhaupt an jedem Schatten eines Beweises für die immer wieder angeführte Behauptung, dass durch Summierung äusserer Einwirkungen durch viele Generationen hindurch die Erblichkeit angeregt, hervorgebracht oder verstärkt und gefestigt würde.

Als ein Beweis für die Vererbung somatisch erworbener, pathologischer Veränderungen ist von jeher der bekannte Brown-Séquardsche Versuch bei Meerschweinchen betrachtet worden. Es gelang diesem Untersucher, bei den Nachkommen von Meerschweinchen, die er vorher durch eine Operation epileptisch gemacht hatte, epileptische Krämpfe zu beobachten. Diese Versuche sind von Westphal und Obersteiner nachgeprüft worden mit sehr unregelmässigem Erfolg, so dass sie nur in einer ganz geringen Zahl positive Resultate erlangten. Besonders hat Obersteiner angegeben, dass er nur so selten Epilepsie erzeugt habe, dass man an ein zufälliges Zusammentreffen denken könnte. Romanes, der unter Brown-Séquard selbst arbeitete, sagt ausdrücklich, dass der epileptische Zustand sich nur selten auf die Nachkommen übertrüge, und Sommer hat überhaupt keine positiven Resultate erzielt. Auch Ziegler und Hill haben gezeigt, dass bei den Brown-Séquardschen Versuchen an Meerschweinchen nicht die spezielle Gehirnkrankheit vererbt wird, sondern nur eine allgemeine Schwächung des Körpers. Man sieht also, dass dieses immer als so gewichtig angeführte Beispiel sehr wesentlich der Kritik bedarf, und es wird jeder anerkennen, der jemals mit Meerschweinchen experimentell zu tun gehabt hat, dass es keine

Digitized by Google

degeneriertere Tierrasse gibt, die nervöser ist als gerade diese Tiere. Wenn man eine grössere Menge von Meerschweinchen in einem Käfig beieinander hält und es wird kräftig an den Käfig geschlagen, so fahren die Tiere aufgeregt durcheinander, und gar nicht selten ereignet es sich dabei, dass das eine oder andere Tier in Krämpfe verfällt. Dazu bedarf es gar nicht einer Vorbehandlung der Eltern, sondern das tritt auch ein, wenn die Tiere von ganz normalen Eltern stammen. Es handelt sich daher sicher nur um eine Steigerung der natürlichen Nervosität dieser Tiere durch somatische Schwächung ihrer Eltern, und zweifellos nicht um eine Vererbung irgend einer somatisch erworbenen spezifischen pathologischen Eigenschaft.

Es fragt sich nun, ob jemals eine wirklich neu erworbene pathologische Veränderung tatsächlich vererbt worden ist. Nachdem alle so gedeuteten beobachteten Fälle zur Diskussion gestanden hatten und man erwiesen hatte, dass das nicht der Fall war, blieben eigentlich nur zwei Dinge übrig, von denen behauptet wurde, dass sie ursprünglich Krankheiten gewesen seien und dann als Rasseneigentümlichkeiten sich fixiert hätten. Das ist die Entstehung der Teckelrasse bei den Hunden aus der Rachitis und die Entstehung der Haubenhühner aus einer Exencephalocele. Beide Behauptungen sind auf Virchow zurückzuführen und sind von vielen, so auch z. B. von Nehring[1]), unbedenklich angenommen worden. Und doch beruhen sie auf einem entschiedenen Irrtum, der unschwer klarzustellen ist. Es muss eigentlich als höchst merkwürdig bezeichnet werden, dass Virchow, der die rachitischen Erscheinungen beim Menschen so genau kannte, in der Teckelrasse irgend eine Aehnlichkeit mit der Rachitis sah, denn die Krummbeinigkeit dieser Tiere hat in der Tat zu jeder Zeit der Entwicklung auch nicht die geringste Aehnlichkeit mit der Rachitis. Man hat nur notwendig, junge Teckel zu untersuchen, um mit Sicherheit zeigen zu können, dass das nicht Rachitis ist. Alle charakteristischen Eigenschaften dieser Krankheit, vor allen Dingen aber diejenigen an der Knorpelknochengrenze, fehlen bei den jungen Teckeln, wenn sie nicht zufällig, wie es gelegentlich bei Hunden

1) Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1885. Nr. 1.

Digitized by Google

vorkommt, auch einmal Rachitis bekommen. Wenn aber nicht der Teckelrasse angehörige Hunde wirklich rachitisch werden, so entwickelt sich niemals aus ihnen ein teckelähnliches Individuum. Ebenso unberechtigt erscheint es, die Haubenhühner als Tiere mit einer Exencephalocele zu bezeichnen. Diese Hühner haben eine besonders entwickelte Schädelform. Der vordere Abschnitt entwickelt sich zu einem blasig aufgetriebenen Hohlraum, der das Vorderhirn aufnimmt, während Mittel- und Nachhirn weit nach hinten gezogen sind. Es handelt sich um eine starke Dolichocephalie mit besonderer Entwicklung des Stirnteils. Die ersten Anfänge dazu finden sich bei allen Hühnerrassen. Man beachte besonders, dass das Vorderhirn überall von einer knöchernen Schädelkapsel umgeben ist. Diese stellt aber nicht einen Defect des Schädels dar, sondern eine besondere Form desselben, und die Knochenmasse, die das Vorderhirn bedeckt, ist im wesentlichen so dick wie die Knochenmasse des Schädels einer anderen Hühnerrasse. Eine Exencephalocele dagegen pflegt niemals mit Knochen bedeckt zu sein, sondern diese letzte stellt einen Defekt des Schädeldaches dar, durch den sich die Gehirnhäute mit mehr oder weniger Gehirnmasse herniös vorstülpen und sich dann niemals mit einer Knochenschale bedecken. Also auch hier fehlt jede tatsächliche Aehnlichkeit zwischen der Schädelbildung der Haubenhühner und der Exencephalocele.

An dieser Stelle möchte ich noch eine andere merkwürdige Tatsache anführen, die auch im Sinne einer vererbten, somatisch erworbenen, pathologischen Eigenschaft aufgefasst werden könnte. Kleienberg[1]) fand, dass aus jedem Ei bei Lumbricus trapezoides sich zwei Embryonen entwickeln. Solche sogenannten eineiigen Zwillinge kommen bei manchen Tieren und auch beim Menschen vor und gehören hier in das Gebiet der Missbildungen. Man könnte bei Lumbricus trapezoides auf die Idee kommen, dass es sich auch dabei um eine erblich gewordene Missbildung handelt, um so mehr, da auch zweischwänzige Regenwürmer bekannt sind, die dann gewissermassen den Uebergang von der gewöhnlichen Art der Entwicklung zu dieser vollkommenen Zwillingsbildung dar-

1) Arch. f. Naturgeschichte. 1880.

Digitized by Google

stellen könnten. In Wirklichkeit möchte ich aber glauben, dass es sich bei Lumbricus trapezoides um etwas anderes handelt, nämlich um eine ungeschlechtliche Vermehrung, wie sie bei Lumbriciden experimentell vielfach erzeugt worden ist und die also zu den Eigentümlichkeiten dieser Organismen gehört. Sie betätigt sich hier am schon befruchteten Ei. Sie stellt keine Missbildung dar, sondern eine zur Regel gewordene, sonst nur unter bestimmten Bedingungen hervortretende Eigenschaft.

Weiter wäre dann hier auch der Platz, über den Hermaphroditismus zu sprechen. Derselbe kommt bei vielen Säugetieren und speziell auch beim Menschen vor als Missbildung. Der echte Hermaphroditismus ist zwar selten, aber doch tatsächlich nachgewiesen. Bei manchen niederen Tieren, z. B. bei den Oligochäten, stellt er die Regel dar, bei anderen Tieren, wie z. B. den Weberknechten, bilden die Hoden meist auch Eier aus. Man könnte nun glauben, dass in solchen Fällen der Hermaphroditismus eine erblich gewordene Missbildung, die zuerst somatisch erworben wurde, sei. Für eine solche Anschauung aber fehlt eigentlich jede Grundlage, denn bei niederen Tieren wissen wir von dem Auftreten eines Hermaphroditismus als Missbildung nichts. Es ist viel wahrscheinlicher, dass, nachdem die Zweigeschlechtlichkeit einmal erworben war, sich der typische Hermaphroditismus als besondere Form dieser Zweigeschlechtlichkeit entwickelte. Der Hermaphroditismus der höheren Tiere, der als Missbildung auftritt und niemals eine Fruchtbarkeit involviert, dokumentiert sich stets als eine partielle Doppelmissbildung und hat als solche eine ganz andere Bedeutung als der typische Hermaphroditismus der niederen Tiere.

Wir können also in Wirklichkeit behaupten, dass bisher noch niemals die Vererbung einer somatisch erworbenen pathologischen Veränderung beobachtet wurde, und es sollten also definitiv diese angeblichen Beweisstücke aus der Diskussion über den Lamarckismus ausgeschaltet werden.

Nachdem es also auf diese Weise feststeht, dass somatisch erworbene pathologische oder traumatische Eigenschaften nicht übertragbar sind, nachdem ferner festgestellt war, dass die vielfach mehr oder weniger nützlichen Eigenschaften der Arten und Rassen auf diese Weise nicht entstanden sein können, hat man sich an

Digitized by Google

eine Zahl von Einzelbeobachtungen bei Tieren geklammert, um die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften beweisen zu können. Haacke sagt, dass diese Beispiele so zahlreich wären, dass man sie eigentlich überall fände, und Kassowitz[1]) schliesst sich diesem Ausspruch vollständig an. Beide sind aber nur imstande, ganz vereinzelte Beispiele anzuführen, die schliesslich noch übrig bleiben, nachdem von allen übrigen ihre Haltlosigkeit erwiesen worden war.

Von diesen lässt sich noch eine Gruppe herausgreifen, nämlich die Entstehung der rudimentären Organe, von denen auch heute noch immer wieder behauptet wird, dass sie durch den Nichtgebrauch erblich reduziert wären.

Plate[2]) spricht es direkt aus, dass rudimentäre Organe nur zu erklären sind, wenn somatische Erwerbungen vererbt werden. Auch Wettstein[3]) sagt: „Die einzige natürliche Erklärung der Erscheinungen, dass nicht benutzte Organe sich allmählich zurückbilden, bietet der Lamarckismus.“ In der Formulierung dieses Satzes liegt aber bereits eine Petitio principii, nämlich die Anführung der Tatsache, dass nichtbenutzte Organe sich allmählich zurückbilden, während man vom objektiven Standpunkt ohne vorgefasste Meinung ebenso gut sagen könnte: Organe, die sich zurückbilden, werden nicht benutzt. Dass Darwin, der ja noch ganz auf Lamarckschen Anschauungen aufbaute, ähnliche Ansichten vertrat, ist bekannt. Auch Eimer, Kassowitz u. a. haben sich dem angeschlossen, aber Darwin[4]) hat noch einen anderen Erklärungsversuch mit hinzugefügt, nämlich das Prinzip der Oekonomie, „wonach die zur Bildung eines dem Besitzer nicht mehr nützlichen Teiles verwendeten Bildungsstoffe erspart werden; und das wird dann dazu beitragen, das gänzliche Verschwinden eines schon verkümmerten Organes zu bewirken.“ Auch Eimer[5]) hat sich mit diesem Prinzip der Oekonomie ausführlich beschäftigt, in-

1) Allgem. Biologie. II. Bd. 1899. S. 155.

2) Darwinismus contra Mutationstheorie. Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie. 1906. — Selektionsprinzip. 1903.

3) Der Neolamarckismus und seine Beziehung zum Darwinismus. Jena 1903. S. 17.

4) Entstehung der Arten. S. 488.

5) Entstehung der Arten. III. Leipzig 1901. S. 6.

Digitized by Google

dem er sagt: „Wenn ein Teil auf Grund der Tätigkeit zunimmt, oder wenn Teile auf Grund derselben sich vermehren, müssen andere abnehmen oder sich vermindern — so ist mit Verkümmerung von Becken und Hintergliedmassen Verlängerung der Wirbelsäule verbunden und umgekehrt. Aber ebenso können sich Teile vergrössern oder vermehren auf Grund dessen, dass andere verkümmern.“ Eimer führt das im folgenden unter dem Titel „Das Gesetz der Ausgleichung oder Kompensation“ an einer Reihe von Beispielen aus, und er sieht in dieser Kompensation eine der allerwichtigsten Ursachen der Umgestaltung der Formen und der Zusammensetzung des organischen Körpers. Er weist darauf hin, dass Goethe dieses Gesetz schon ausgesprochen habe, indem er sich auf Geoffroy St. Hilaire berufe, der in seiner „Philosophie anatomique“ dasselbe Gesetz als loi de ballancement beschreibt. Das Beispiel von der Schlange und vom Frosch, das sich schon bei Goethe findet und auch von Eimer verwertet wird, ist nicht brauchbar für den Beweis der Einwirkung einer Kompensation. Der Körper der Schlange wurde nicht lang, weil er die Beine verloren hatte, sondern er konnte der Beine entbehren, die doch nicht imstande gewesen wären, diesen langen Körper zu tragen und fortzubewegen. Ebenso wurde der Körper des Frosches nicht kurz, weil die Beine sich so stark entwickelten, sondern die Beine konnten sich lang entwickeln, weil der Körper so kurz geworden war. Auch von Seiten anderer Forscher, die nicht die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften anerkennen, ist das Prinzip der Oekonomie und der Korrelation aufrecht erhalten worden, z. B. von H. E. Ziegler[1]), der ausdrücklich sagt: „Ich bin der Ansicht, dass der einfache Nichtgebrauch keine phylogenetische Rückbildung eines Organes nach sich zieht“, und er entwickelt dann weiter, dass er die Rückbildung der Organe auf Korrelation oder ökonomische Wechselbeziehung benachbarter Organe zurückführe. In gleicher Weise äussert sich Emery. Weismann hat merkwürdigerweise in diese ganze Betrachtung die Panmixie mit hineingezogen und aus derselben ebenfalls die Rückbildung der Organe zu erklären versucht. Es ist zweifellos allen denjenigen Forschern

1) Vererbungslehre in der Biologie. Jena 1905. S. 3.

Digitized by Google

beizupflichten, die in diesen Ausführungen Weismann nicht folgen können, die vielmehr in der Panmixie ein ausgleichendes Moment sehen, das wohl geeignet ist, extreme Auswüchse nach der einen oder anderen Richtung zum Verschwinden zu bringen, aber nicht bestehende Einrichtungen auszubilden oder zu reduzieren. Panmixie muss geradezu das Verschwinden eines Organs hindern, selbst wenn es schon aus irgend einem Grunde anfängt, rudimentär zu werden, wie dies in zutreffender Weise von Plate ausgesprochen wurde, indem er gleichzeitig zurückgreift auf die Ansichten Spencers, Wolffs, Ammons, Haackes, Eimers und Kassowitz'.

Auch die Mähnertschen Anschauungen sollen hier kurz erwähnt werden, obwohl sie eigentlich nicht eine Erklärung bringen, sondern nur eine mit neuen Ausdrücken versehene Beschreibung. Er unterscheidet bei der Reduktion der Organe die Abbreviation und die Retardation. „Abbreviation besteht in einer Abkürzung und Vereinfachung der Organogenese und zeigt sich erstens im frühzeitigen Aufhören des Wachstums, zweitens darin, dass das Organ auf einer früheren histologischen resp. embryologischen Stufe verharrt (das wäre identisch mit Infantilismus), drittens in einer Involution, d. h. in einer Rückbildung am Schlusse der Ontogenese. Die Retardation gibt sich kund im späten Auftreten der ersten Anlagen des Organs (Weisheitszahn) und in einer Verlangsamung der histologischen Differenzierung und überhaupt des ganzen Wachstums."

Es ist zweifellos, dass es gewisse Schwierigkeiten hat, das Rudimentärwerden eines Organs zu erklären. Aber diese Schwierigkeiten scheinen mir nicht unüberwindlich zu sein. Man darf dieselben nur nicht generell betrachten und alle aus einer Ursache erklären wollen. Denn es ist ganz sicher, dass die verschiedenen rudimentären Organe aus verschiedenen Ursachen rudimentär geworden sind. Wenn man annimmt, dass das Kleinerwerden und Hinaufrücken der Hinterzehen bei Laufvögeln und der Afterzehen bei Pferden durch den Nichtgebrauch dieser Zehen entstanden wären, so müsste man doch zunächst einmal zeigen, warum denn diese Tiere, die ursprünglich gleiche Zehen hatten, die übrigen nicht gebrauchten. Es lag ja doch gar keine Veranlassung zu dem Nichtgebrauch der übrigen Zehen vor, so lange dieselben noch gleich kräftig waren, so lange sie noch in gleicher Weise

Digitized by Google

den Boden berührten. Der Nichtgebrauch konnte sich in der Tat erst einstellen, nachdem die lateralen Zehen kürzer geworden waren und beim Laufen nicht mehr bis auf den Boden reichten. Es müssten ja sonst geradezu diese Tiere die seitlichen Zehen hochgezogen haben, um sie nicht mehr auf den Boden zu bringen, und dann müssten nach Anschauung des Lamarckismus die Muskeln, die zu diesen Zehen führten, sich gekräftigt haben, und es müssten weiter nach dem Gesetz der Korrelation die Zehen dadurch stärker geworden sein. Es würde also gerade der entgegengesetzte Effekt erzielt worden sein, der tatsächlich eingetreten ist. Dasselbe lässt sich für alle anderen rudimentären Organe in ähnlicher Weise durchführen, bei denen der Nichtgebrauch nicht ohne weiteres aus den äusseren Umständen zu erklären ist, z. B. die rudimentären Flügel mancher Schmetterlingsweibchen, die Rückbildung der Extremitäten bei den Schlangen, der Zunge beim Pelikan, des Schlüsselbeins bei vielen Säugetieren etc. Das ist nun aber bei manchen Tieren der Fall, so z. B. bei den Augen der Dunkeltiere. Diese Tiere wurden in eine Situation versetzt, in der die Augen überflüssig waren. Wir sehen also hier die Ursache für den Nichtgebrauch, und nun konnten die Augen tatsächlich durch den Nichtgebrauch atrophisch werden, und es konnte sich nach Anschauung der Anhänger des Lamarckismus diese Atrophie auf die Nachkommen übertragen. Wir sehen aber, dass die Einwirkung der Dunkelheit an den Augen der dort lebenden Tiere Verschiedenes hervorgebracht hat. Auf der einen Seite wurden die Augen wie bei dem Proteus angineus und bei dem Maulwurf rudimentär, bei andern aber wurden die Augen geradezu gross und gewannen Eigenschaften, die es ihnen ermöglichten, auch die letzten Lichtspuren in sich aufzunehmen. Bei wieder anderen entstanden Leuchtorgane, durch die sich diese Tiere selbst das Licht schafften, das sie zum Erblicken ihrer Umgebung notwendig hatten. Dofflein[1]) hat besonders die Augen der Tiefseekrabben studiert, und er fand bei Tieren, die nebeneinander unter denselben Bedingungen lebten, Teleskopaugen, blind und mit fast vollständig

1) Ergebnisse d. deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer Valdivia 1898/99. Bd. 6. Jena 1904.

Digitized by Google

geschwundenem Sehnerv, Riesenaugen und statt der Augen Tastorgane. Ausserdem besitzen manche Tiere sogen. Reflektoraugen durch einen reflektierenden Pigmentmantel, der eine grosse Ausnutzung spärlicher Lichtstrahlen gestattet. Es scheint mir darin auch ein Gegenbeweis gegen die Weismannsche Anschauung zu liegen, dass aufsteigende Varianten für ein nutzloses Organ nicht vorkommen. Wäre der einfache Nichtgebrauch die Ursache der Reduktion der Augen, wie es sich die Lamarckianer vorstellen, so wäre garnicht einzusehen, warum nicht bei allen Dunkeltieren, die doch ihre Augen gleicher Weise nicht oder wenig gebrauchten, unter allen Umständen immer dasselbe erzeugt würde. Man wird ja wohl nicht behaupten wollen, dass die eine Art ihre Augen im Dunkeln nicht gebraucht, die andere sich aber recht plagte, um noch die letzten Spuren von Licht aufzufangen, wieder andere die Augen zum Tasten gebrauchten und dadurch Tastorgane bildeten. Eine solche Betrachtungsweise dürfte wohl selbst dem couragierstesten Neolamarckianer zu viel sein.

Das Gleiche gilt von den übrigen rudimentären Organen. Ich denke hier z. B. an den vielfach diskutierten Wurmfortsatz, der bei den meisten Tieren noch einen bedeutend funktionierenden Abschnitt des Darms darstellt, während er beim Menschen und den anthropoiden Affen zu einem rudimentären Organ herabgesunken ist. Es ist anzuerkennen, dass hier nicht ohne weiteres ein Einwand gegen eine Lamarckistische Anschauung des Rudimentärwerdens dieses Organes erhoben werden kann. Aber ebenso wenig kann man zugeben, dass ein Beweis dafür vorliegt, dass es so geschehen sein müsse, vor allen Dingen dann nicht, wenn sich eine andere plausibele Erklärung für die rudimentäre Entwicklung dieses Organes geben lässt.

Es ist weiter an die Tatsache von der Reduktion der Ohrmuskeln beim Menschen zu denken, und es ist häufig die Erklärung dafür gesucht worden, dass diese Reduktion so entstanden sei, dass die Vorfahren der Menschen es nicht mehr notwendig gehabt hätten, ihre Ohren nach den verschiedenen Richtungen zu bewegen, um die in ihrer Umgebung entstandenen Töne nach Stärke und Richtung deutlicher zu erkennen. Wir sehen aber, dass dieselbe Reduktion der Ohrmuskeln auch bei manchen in der Freiheit

Digitized by Google

lebenden Tieren zustande gekommen ist, z. B. bei den anthropoiden Affen, bei denen es doch sicher von Nutzen gewesen wäre, wenn sie in gleicher Weise die Ohrmuskeln nach der Richtung des Schalls hätten drehen können, wie es andere Tiere vermögen. Also auch hier ist zweifellos der Nichtgebrauch die Folge der Reduktion und nicht die Ursache derselben.

Eine grosse Rolle bei diesen Betrachtungen spielt auch die Reduktion der Parasiten, bei denen schliesslich alle Organe so weit zurückgebildet sind, dass ein Teil derselben die eigene Existenzfähigkeit vollkommen einbüsste und viele von ihnen nur noch aus einem, von einem dünnen somatischen Schlauch umgebenen Haufen von Generationszellen bestehen, die sich nur noch durch Diosmose ernähren. Es liegt keinerlei Beweis dafür vor, dass diese Reduktionen erst durch den Nichtgebrauch der Organe entstanden sind. Man kann ebenso logisch annehmen, dass diese Tiere zum Parasitismus gezwungen wurden dadurch, dass sich ihre Organe aus irgend einem anderen Grunde zurückbildeten. Diese andere Ursache kann nun allerdings mit dem Parasitismus zusammenfallen, und so kann das Parasitieren, wie aus dem Folgenden hervorgeht, gleichzeitig die Bedingung und auch die Folge der Erscheinung sein. Rolph äussert sich deshalb auch in folgender Weise über die Entstehung des Parasitismus: „Die Rückbildung durch Parasitismus stellt sich nun ebenfalls nur als eine Anpassung dar, durch welche der Parasit sich derjenigen Organe, die er nicht mehr braucht, zu seinem Vorteil entledigt, denn ein nutzloses Organ erhalten und weiter ernähren heisst Einnahmen verschwenden".

Wenn man sich vorstellt, was geschieht, wenn Lebewesen unter gänzlich andere Bedingungen gesetzt werden, so kann man folgendes sehen. Entweder gehen die Tiere zu Grunde, weil aus irgend einem Grunde sie sich den neuen Verhältnissen nicht anzupassen vermochten. Diese scheiden aus der Reihe dann vollkommen aus. Es kann sich aber auch ereignen, dass sie unter den veränderten Bedingungen lebensfähig sind. Dann werden notwendigerweise eine ganze Reihe oder einzelne von Organen für das Tier eine andere Bedeutung haben als das ursprünglich der Fall war. Diese Bedeutung kann eine geringere sein, d. h. die be-

Digitized by Google

treffenden Organe werden für die Existenz des Individuums gleichgiltig. Wenn das aber der Fall ist, so verliert das Organ an Selektionswert und fängt nun an zu variieren. Denn dieses Gesetz, das von Darwin schon aufgestellt wurde, dass Organe, die keinen Selektionswert besitzen, ganz besonders zur Variation neigen, ist noch nirgends bestritten worden.

Selbst solche Autoren, die der Zuchtwahl nicht die Bedeutung zusprechen, wie es Darwin[1]) gerade im Anschluss an diese Auseinandersetzungen tut, haben diese Tatsachen ohne weiteres zugegeben, und so betont auch Eimer mit Recht, dass die Farbe der Flügel der Schmetterlinge nicht der Zuchtwahl unterliege, und bekanntlich sind gerade die Farben der Flügel der Schmetterlinge ausserordentlich variabel. Wo solche Einflüsse durch die Zuchtwahl bei ihnen hervortreten, sehen wir denn auch, dass ihre Entwicklung sofort eine bestimmte Richtung annimmt und sich in ausserordentlicher Weise spezialisiert, wie z. B. bei der Blattähnlichkeit der Kallima. Ich kann darin Eimer nicht beipflichten, dass er diese Blattähnlichkeit auf Grund der Orthogenese erklärt, wie ich überhaupt der in neuester Zeit immer mehr um sich greifenden Gegnerschaft gegen das Mimikry in keiner Weise zustimme.

Es ist ja selbstverständlich, dass die Entstehung des Mimikrys nicht allein durch Selektion erklärt werden kann, sondern lediglich durch Selektion in Verbindung mit einer primären Variabilität, und so sehen wir denn, dass von der Erscheinung des Mimikrys auch tatsächlich nur diejenigen Teile getroffen werden, die bei der betreffenden Gattung eine sehr weitgehende Variabilität aufweisen, so gerade bei den Schmetterlingen die Farbe der Flügel. Wenn Eimer behauptet, dass die Schmetterlinge nicht von Vögeln verfolgt werden, so ist das ein mir ganz unverständständlicher Beobachtungsfehler, den auch Dofflein[2]) schon zurückweist.

Cesnola machte Versuche an braunen und grünen Gottesanbeterinnen. Dieselben wurden im Freien bei Neapel teils auf

1) Entstehung der Arten. S. 247.
2) Reise in Ostasien. S. 449.

Digitized by Google

gleichfarbige, teils auf andersfarbige Büsche angebunden, und es zeigte sich nach einiger Zeit, dass die auf den andersfarbigen Büschen befindlichen von Vögeln gefressen wurden und nur die gleichfarbigen übrig blieben[1]).

Die Beobachtung, dass Schmetterlinge im Fliegen deutlich sichtbar sind, und wenn sie sich ruhig hinsetzen, plötzlich der Beobachtung entschwinden, kann fortwährend gemacht werden, und diese Tatsache findet sicherlich nicht bloss in bezug auf den Menschen statt, sondern auch in bezug auf die natürlichen Feinde der Schmetterlinge, nämlich die Vögel. Marchand[2]) hat z. B. nachgewiesen, dass Hühner nicht nur Raupen von bestimmt bunter Farbe verschmähen, sondern auch solche, die sie sonst verzehrt haben, nachdem man sie mit einem bunten Anstrich versehen hatte. Eimer führt an, dass die Schnarrheuschrecken (Acridium germanicum) sich in der Umgebung von Tübingen immer so verteilen, dass die dunklere Variation auf dem rotbraunen Köpermergelboden, die hellere auf dem weisslichen Köpersandstein sitzt. Also auch hier geht die Mimikrybildung aus von einer besonderen Variabilität der Tiere. Die Farbe der Blattläuse ist ja in ähnlicher Weise variabel und wird ausserdem durch die Nahrung beeinflusst. Ich sah auf einem grünen Blatt mit braunen Rippen Blattläuse sitzen in der Weise angeordnet, dass die grüne Varietät auf der Fläche des Blattes sass und die braune ausschliesslich auf den Rippen, unmittelbar nebeneinander auf demselben Blatt. Auch bei den Grasfröschen ist die Farbe ausserordentlich variabel. Es ist bekannt, dass die Grasfrösche des Engadins die graugesprenkelte Färbung des Granits angenommen haben. Schon Wallace hat sich ausführlich mit solchen Fällen beschäftigt, aus denen der Einfluss der Oertlichkeit auf die Farbe der Varietät hervorgeht. Jedesmal handelt es sich um die Fixierung besonders variabler Eigenschaften durch die Beziehungen zu bestimmten regionären Zuständen. Die Tatsache des Mimikrys kann also in keiner Weise geleugnet werden, und die neueren Untersucher, an

1) Siehe bei Przibram, Experimentelle Morphologie der Tiere. Leipzig 1904. S. 121.

2) Plaudereien und Vorträge. Bd. I. Leipzig 1895.

Digitized by Google

ihrer Spitze Werner[1]), gehen entschieden zu weit, wenn sie die Mimikryhypothese leugnen wollen. Sie würden schliesslich in logischer Weiterführung ihrer Zweifel dazu kommen, nicht nur die Mimikryhypothese zu leugnen, sondern auch das Mimikry selbst.

Die Steigerung der Variabilität durch Aufhebung des Selektionswertes hat sich überall da als Tatsache erwiesen, wo wir imstande waren, die Verhältnisse überhaupt zu verfolgen, ganz besonders auch bei der Domestikation der Tiere und des Menschen. Die ausserordentliche Variationsfähigkeit der Augen bei den Menschen ist ja nur deswegen möglich, weil unter den domestizierten Verhältnissen der kurzsichtige Mensch ebenso gut existieren kann wie der weitsichtige oder der normalsichtige. Ebenso steht es mit der Variationsstärke des Geruchssinnes und des Gehörssinnes. Wenn nun Organe anfingen zu variieren, so konnte wiederum zweierlei entstehen. Entweder wurde das Organ stärker oder schwächer. Die Verstärkung eines Organs, das überflüssig ist, muss aber unter vielen Bedingungen für das Individuum einen Nachteil bedeuten schon allein durch seine räumliche Entwicklung. Dadurch gewannen diese Organe wieder einen Selektionswert in dem Sinne, dass alle diejenigen Individuen mit verstärkten Organen ausgemerzt wurden. Es blieben also nur die mit verringerten Organen übrig, mit Ausnahme von denjenigen Tieren, wo auch die Verstärkung einen Nutzen für das Individuum brachte, so z. B. bei den Augen mancher Dunkeltiere. Es konnten sich bei diesen also sowohl solche erhalten, bei denen die Augen reduziert waren, als auch solche, bei denen sie die Perzeption der letzten Spuren von Licht ermöglichten.

Dadurch entwickelten sich im Dunkeln zwei Arten von Tieren, solche, bei denen sich die Augen immer mehr zurückbildeten, und solche, bei denen immer mehr eine Steigerung der Aufnahme des Lichtes durch besondere Einrichtungen ermöglicht wurde.

Auf diese Weise scheint mir die Reduktion der Organe viel einleuchtender durch die Selektion erklärt, als durch den primären Nichtgebrauch, denn die Reduktion durch die Selektion bedarf einer weiteren Voraussetzung nicht, während die Reduktion durch

1) Biolog. Zentralbl. 1907. Nr. 6.

Digitized by Google

den Nichtgebrauch immer noch der unerwiesenen Voraussetzung bedarf, dass erworbene somatische Eigenschaften erblich sind. Wenn man also aus den reduzierten Organen die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften ableiten will, so erscheint eine solche Beweisführung als eine Petitio principii. Was sich aber gar nicht aus dem Nichtgebrauch erklären lässt, das ist das vollständige Verschwinden von solchen Organen, während die Erklärung durch die Selektion auch das vollkommene Verschwinden der Organe ohne weiteres in sich einbegreift. Denn ebenso gut wie die durch die Aufhebung des Selektionswertes entstehende Variation eine Reduktion herbeiführen kann, lässt sie auch ein vollständiges Verschwinden zu, da ja auch solche Individuen vor den übrigen, die noch einen Rest der Organe besitzen, keinen Nachteil haben.

Mit welchen Schwierigkeiten die fortschreitende Reduktion eines Organs zu kämpfen hat, dafür gibt gerade die Pathologie des Menschen ausgezeichnete Beispiele, und zwar ganz besonders in den schon im 4. Kapitel ausführlich abgehandelten Verhältnissen des Wurmfortsatzes und der oberen Brustapertur. Es wurde dort gezeigt, dass gerade die am weitesten reduzierten Formen des Processus vermiformis die grössere Gefahr für den Menschen mit sich bringen, dadurch wieder Selektionswert erhalten, wodurch der weitere Fortschritt, d. h. das gänzliche Verschwinden des Processus gehemmt wird. Die Stenose der oberen Brustapertur ist ebenfalls auf die besondere Variabilität dieser Gegend zu beziehen, die ihrerseits davon abhängt, dass hier eine weitere Reduktion im Begriff ist, sich zu bilden. Diese Stenose ist erblich und stellt eine der vorzüglichsten Dispositionen für die Lungenphthise dar.

Man sieht aus allen diesen Beispielen, wie die Selektion bei Organen, die einmal aus dem Selektionswert ausgeschieden waren, wieder einsetzen und das Verschwinden verhindern kann. Darauf hat auch Darwin[1]) hingewiesen, dass ein unter Umständen nützliches Organ nachteilig werden kann, indem er an die Flügel der auf kleinen Inseln lebenden Insekten erinnert. Andererseits aber scheint mir auf diese Weise eine ausreichende Erklärung für die

1) Entstehung der Arten. S. 488.

Digitized by Google

Reduktion der Organe gegeben zu sein, und dieselbe muss also definitiv als Beweisstück für die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften eliminiert werden.

Nun ist aber nach dem Gesetze des Altruismus und der Korrelation ohne weiteres klar, dass niemals ein Organ reduziert werden oder verschwinden kann, ohne dass auch benachbarte Teile resp. entfernt gelegene sich verändern. Wenn Plate[1]) sagt: „Ich gebe zu, dass einfache Charaktere, die gleichsam nur durch eine Anlage (Determinanten) im Keimplasma vertreten sind, durch eine Mutation an ganz vereinzelten Individuen plötzlich verschwinden können, wie das von den Hörnern der Rinder und Schafe und den Schwänzen der Katzen bekannt ist. Höchst unwahrscheinlich aber ist, dass derartige Singularvariationen je Gemeingut einer ganzen Rasse in der freien Natur werden können", so ist dazu zu bemerken, dass die Gesetze des Altruismus, die uns überall im Leben entgegentreten, verbieten, dass überhaupt solche Singularvariationen auftreten. Singularvariationen gibt es überhaupt nicht, sondern jede Veränderung im Körper muss entweder korrelative oder auch altruistische Veränderungen involvieren.

Es müssen also mit der Reduktion einzelner Organe auch die Reduktionen anderer Körperteile verbunden sein, die zu diesen in altruistischen oder korrelativen Beziehungen stehen, und deshalb darf man nicht alle reduzierten Organe ohne weiteres auf das Aufhören des Selektionswertes zurückführen, sondern manche mögen altruistische oder korrelative Reduktionen sein. Ich denke z. B. an das Epiphysenauge, an die Behaarung, an die Reduktion der Zehen bei Pferden usw. Ich glaube, dass auf diese Weise die Abnahme der Organe befriedigend erklärt wird ohne Zuhilfenahme der gänzlich unbewiesenen Hypothese der Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften. Es zeigt sich jedenfalls mit Sicherheit, dass eine solche Erklärung ohne Zuhilfenahme dieser Hypothese in gleich einleuchtender Weise möglich ist wie mit der Hypothese. Man würde also nicht, wie es vielfach geschieht, die Reduktion der Organe durch diese Hypothese erklären dürfen, oder wieder umgekehrt die Hypothese stützen durch die Existenz sich redu-

1) Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie. 1906. S. 193.

Digitized by Google

zierender Organe. Wie weit nun ein vollkommenes Verschwinden der Organe möglich ist, das hat allen, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben, ganz besondere Schwierigkeiten gemacht, denn man sah wohl den Unterschied ein zwischen der Reduktion eines Organes und dem vollständigen Verschwinden desselben. Nun sieht man tatsächlich, dass bei der ontogenetischen Entwicklung solche Organe verschwinden, die für die Existenz des Individuums keine Bedeutung mehr haben, ja deren Persistenz unter Umständen sogar gewisse Schädigungen mit sich bringen. Ich erinnere an die Thymusdrüse, die ihre Form im Verlauf der Entwicklung dreimal ändert. Zuerst ist sie eine echte sezernierende Drüse, dann wird sie ein lymphatischer Apparat und endlich ein gewöhnlicher Fettlappen, dem eine besondere Funktion nicht mehr zukommt. Die Art und Weise, wie sich aber die Drüse bei der Entwicklung zurückbildet, ist durchaus nicht zu vergleichen mit einer Inaktivitätsatrophie, denn wir sehen, dass bei einer solchen die Gewebe nicht bloss kleiner und dürftiger werden, sondern auch regressiven Veränderungen, wie z. B. der Fettmetamorphose unterliegen. Die Thymus aber wandelt sich histologisch um, ohne solche regressiven Metamorphosen durchzumachen, und es bleiben nur spärliche Reste, die Hassalschen Körperchen übrig, die aber nicht durch Fettmetamorphose oder einen degenerativen Prozess entstehen, sondern durch einfache Konglomeration. Dasselbe geschieht, wenn sich das lymphatische Gewebe der Thymusdrüse in einen Fettlappen umwandelt. Unter Verdrängung des ersteren wuchert das Fettgewebe, bis schliesslich von dem lymphatischen Gewebe nur noch spärliche Reste übrig bleiben, die man bei mikroskopischer Untersuchung zwischen den Fettlappen auffinden kann. Es ist kein Fall bekannt geworden, bei dem die drüsige Struktur der Thymus persistent geworden wäre. Dagegen sind Fälle, wo die lymphatische Struktur erhalten bleibt, recht häufig, und wir wissen, dass dann jedesmal pathologische Erscheinungen im Körper auftreten, die im Sinne altruistischer Störungen aufzufassen sind. Wir sehen diese Persistenz in sehr zahlreichen Fällen der Basedowschen Krankheit, wir finden sie bei Leukämie und gelegentlich auch zu malignen Geschwülsten auswachsend. Wir wissen nicht die Bedeutung, die die Thymus, so lange sie noch sezernierende Drüse

Digitized by Google

ist, hat, und wir kennen auch nicht den speziellen Zweck, den das lymphatische Gewebe an dieser Stelle beim jugendlichen Individuum besitzt. Daher ist es auch nicht möglich, zu diskutieren, aus welchem Grunde die Thymusdrüse verschwindet, warum dieser Zweck sich erübrigt und welche Gründe einwirken, um die Drüse zum Verschwinden zu bringen. Bei der Niere dagegen sind unsere Kenntnisse bessere. Wir sehen, dass die Urniere verschwindet in dem Moment, wo sich die definitive Niere entwickelt, und wir kennen die Funktion der Urniere ebenso wie die der definitiven Niere. Nun fällt gleichzeitig mit der Entwicklung der Niere eine andere Entwicklung zusammen, nämlich diejenige der äusseren Haut, und speziell ist es eine Art der Entwicklung, die zu der Entwicklung der Niere in einem ganz spezifischen altruistischen Verhältnis zu stehen scheint, das ist die Entwicklung der Schweissdrüsen. Nicht nur dass die Schweissdrüsen in ihrer Funktion bis zu einem gewissen Grade mit der Niere alternieren können, sondern es kommt auch noch etwas anderes hinzu. Durch die Untersuchungen von Benda wissen wir, dass die Milchdrüsen eine Modifikation der Schweissdrüsen sind. Nun ist es ja bezeichnend genug für diese Betrachtung, dass nur solche Tiere eine definitive Niere haben, die Schweissdrüsen oder wenigstens Milchdrüsen besitzen, während die Tiere, bei denen die Urniere persistiert, solche Hautdrüsen nicht besitzen. Die Amnioten, Vögel und Reptilien, bilden gewissermassen ein Zwischenglied zwischen denjenigen Tieren, die eine Urniere besitzen, und den Säugetieren, indem sich bei ihnen die Entwicklung der definitiven Niere eng an die Urniere anschliesst, ja bei einigen sogar die Urniere erst spät verschwindet. Wenn bei diesen freilich nun Schweissdrüsen und Milchdrüsen nicht entwickelt sind, so sind doch bei ihnen eigentümliche Differenzierungen der äusseren Haut entstanden, die gegenüber der schleimhautartigen Bedeckung der Amphibien und Fische eine weitgehende funktionelle Aenderung bedeuten. Die Schuppenbildung bei den Fischen hat in dieser Richtung eine ganz andere Bedeutung als die Schuppen und Federn der Reptilien und Vögel.

Man sieht also daraus, dass die Neuerwerbung der Niere zusammenfällt mit einer altruistischen Neuerwerbung an der äusseren Haut. Bei der Entwicklung nun verschwindet die Urniere bis auf

Digitized by Google

einen ganz kleinen rudimentären Rest, der nicht einmal regelmässig aufzufinden ist, mit der Entwicklung der definitiven Niere, d. h. wir sehen, dass wenn die Urniere verschwinden soll, so muss sie durch ein äquivalentes oder analoges Organ ersetzt werden. In Wirklichkeit sehen wir, dass bei allen sich reduzierenden Organen eine Substitution eintritt, und dass diese Substitution das ursprüngliche Organ überflüssig, ja mit grösster Wahrscheinlichkeit schädlich macht, denn überall, wo solche Organe erhalten bleiben, treten wie bei der Thymus Gesundheitsstörungen ein. Wenn Reste der Urniere erhalten bleiben, so entwickeln sich aus denselben garnicht selten Geschwülste, die bei Frauen z. B. als die Recklinghausenschen Adenomyome auftreten, die am Nierenbecken in der Form maligner Geschwülste oft schon bei kleinen Kindern vorhanden sind, oder die sich am Hoden zu cystischen Gebilden entwickeln können, die sogar durch Druckatrophie die Funktion des Hodens schädigen. Dadurch gelangen diejenigen Individuen, bei denen die Substitution eines Organs durch ein anderes eine möglichst vollständige ist, bei denen aber gleichzeitig das ursprüngliche Organ erhalten bleibt, in einen wesentlichen Nachteil gegenüber denjenigen, bei denen das ursprüngliche Organ vollständig verschwindet. Die Neudifferenzierung, d. h. die Bildung eines Substitutionsorganes mit seinen altruistischen Veränderungen erscheint also als das Primäre, und die Selektion führt dann zu dem definitiven Verschwinden des ursprünglichen Organs.

Nun sind aber andererseits diejenigen Eigenschaften zu betrachten, die gewissermassen durch die Uebung der Organe zustande gekommen sein sollen. Auch da möchte ich zunächst vom Menschen ausgehen. Es wird vielfach behauptet, dass die Muskelübung die Muskulatur beliebig zu kräftigen imstande sei und dass sich diese Eigenschaft auf die Nachkommen übertrüge. Das erscheint in jeder Beziehung unrichtig. Zunächst kann man nicht, wie Plate[1]) meint und wie es auch Simroth[2]) sagt, die Muskulatur jedes Menschen durch Uebung in nicht vorbegrenzter Weise

1) Selektionsprinzip. 1903. S. 218.
2) Entstehung der Landtiere. Leipzig 1901.

Digitized by Google

kräftigen, sondern es zeigt sich, dass das nur bei ganz bestimmten Menschen der Fall ist. Nicht jeder kann sich zum Athleten ausbilden, sondern immer nur derjenige, der von Hause aus ein gewisses Quantum einer zur Kräftigung fähigen Muskulatur besitzt. In der Pathologie der Herzfehler treten hierfür ganz charakteristische Beispiele auf. Man sieht nämlich, dass die meisten Menschen, wenn sie einen Klappenfehler am Herzen bekommen, imstande sind, durch Uebung ihr Herz so weit zu vergrössern, dass ihre Muskulatur den Klappenfehler überwindet und so eine vollkommene Kompensation herbeigeführt wird. Man findet aber immer eine Anzahl von Menschen, die dazu nicht imstande sind und die deswegen ihrem Klappenfehler früher erliegen als andere. Wenn Simroth sagt, dass die Schliessmuskeln der Tridacna, die imstande ist, mit ihren Schalen ein dickes Tau durchzuquetschen und deren Kalkschalen bis zu 2 Ctr. wiegen, ihre Kraft dadurch erlangt haben, dass sie gezwungen sind, diese ungeheure Last mit sich herumzuschleppen, so ist diese Art der Ausdrucksweise sicherlich unrichtig, vielmehr ist das Umgekehrte der Fall. Dadurch, dass sie eine solche stärkere Muskulatur auszubilden vermochten, wurden sie in den Stand gesetzt, so schwere Schalen zu bilden, woran sie sonst zu Grunde gegangen wären. Die Kräftigung der Muskulatur beruht also auf einer, allerdings weit verbreiteten Disposition. Diese Disposition kann natürlich vererbt werden, und wenn die Kinder von Athleten wiederum Athleten werden, so besagt das nicht, dass sich die während des Lebens ihrer Eltern erworbene Muskelverstärkung vererbt hat, sondern die angeborene Disposition, die auch schon den Eltern eigen war. Ein ganz ähnliches Beispiel führt E. H. Ziegler[1]) an für die musikalische Befähigung. Er sagt, dass, wenn man eine Anzahl Kinder musikalisch unterrichtet, dann ein Teil derselben gar keine Fortschritte zeigt, ein anderer Teil nur mässige, und ein kleiner Teil würde sich zu ausgezeichneten Musikern entwickeln. Wenn nun diese letzteren untereinander heirateten und wieder musikalische Kinder erzeugten, so ist das natürlich kein Beweis für die Vererbung der durch die Uebung gewonnenen musikalischen Fähigkeiten, sondern lediglich

1) Vererbungslehre in der Biologie. Jena 1905. S. 59.

Digitized by Google

ein Beweis für die Vererbung dieser besonderen, schon den Eltern angebornen Talente.

Es sei hier bemerkt, dass es Tatsachen gibt, die gerade gegen die Vererbung einer durch Uebung erlangten Stärke und Kraft sprechen. Freilich ist ja gewöhnlich das Verhältnis so, dass die Männchen von Tierarten, bei denen in der Brunstzeit starke Kämpfe stattfinden, stärker sind als die weiblichen Tiere, doch kommt auch das Gegenteil vor. Darwin, der immer noch als der objektivste von allen Forschern auf diesem Gebiete betrachtet werden kann, führt selbst ein solches Beispiel an[1]): „Bei einigen Cyprinodonten ist das Männchen nicht einmal halb so gross wie das Weibchen. Da bei vielen Arten von Fischen die Männchen gewöhnlich miteinander kämpfen, so ist es überraschend, dass sie nicht allgemein durch die Wirkung der geschlechtlichen Zuchtwahl grösser und kräftiger geworden sind als die Weibchen". Dieses Beispiel spricht meiner Ansicht nach direkt gegen die Lamarcksche Theorie.

Von Eimer[2]) ist behauptet worden, dass die Neger entstanden seien durch die Einwirkung der Sonne auf die Haut. Wie unrichtig eine solche Behauptung an und für sich ist, geht schon daraus hervor, dass die gleiche Einwirkung der Sonne, die in Afrika die Neger erzeugt haben soll, in Amerika nirgends schwarze Rassen erzeugt hat, dass aber auf der andern Seite ebenfalls in Amerika auch in nicht tropischen Gegenden, wo die Sonne nicht anders eingewirkt hat als in Europa, dunkelfarbige Rassen erzeugt wurden. Die dunkle Färbung der Rassen hat also zweifellos in dieser Beziehung nichts mit der Einwirkung der Sonne zu tun, und die Sonne allein ist nicht imstande, schwarz gefärbte Rassen zu erzeugen.

Von Eimer[3]) und Kassowitz[4]) werden die Instinkte geradezu als ererbte Erfahrung bezeichnet, und doch lässt sich an jedem von ihnen angeführten Beispiel die Unrichtigkeit dieser Behauptung ohne weiteres nachweisen. So ist z. B. der Furchtinstinkt der

1) Abstammung des Menschen. Bd. II. S. 5.
2) Entstehung der Arten. I. Jena 1888. S. 94.
3) e. d. S. 304.
4) Allgem. Biologie. Bd. II. Wien 1899.

Digitized by Google

Tiere vor den Menschen ganz zweifellos anerzogen und nicht vererbt. Schon Darwin hat darauf hingewiesen, dass auf manchen Inseln, die niemals vorher von Menschen betreten wurden, die Tiere eine so geringe Scheu zeigten, dass sie ohne weiteres erschlagen werden konnten. Es ist unrichtig, wenn Kassowitz behauptet, dass die jungen Vögel im Nest bereits eine Furcht vor den Menschen besässen. Die einfachste Beobachtung zeigt ohne weiteres, dass das nicht der Fall ist, sondern dass die Vögel erst anfangen vor den Menschen Furcht zu haben, wenn sie das Nest verlassen, und sie werden ganz offenbar erst zu dieser Furcht durch die mahnenden und ängstlichen Lockrufe der Eltern erzogen. Eimer ist auch objektiv genug, ein solches klassisches Beispiel anzuführen. Er führt an, dass auf einem Hofe die Spatzen mit einer bestimmten Falle gefangen wurden. Im Anfang ging dieser Fang der Spatzen anstandslos vor sich, versagte aber schliesslich vollständig, weil die Tiere den Fangapparat kennen lernten und sich vor demselben hüteten. Die Tradition dieser Kenntnis erhielt sich längere Zeit unter den Spatzen dieser Gegend.

Auch Eimer[1]) behauptet, dass bei Meerschweinchen und Fasanen der Furchtinstinkt angeboren sei, während er auf der andern Seite zugibt, dass künstlich in Brutschränken ausgebrütete Vögel keinerlei Furcht gezeigt haben. Seit den schon eben erwähnten Angaben Darwins über diesen Gegenstand sind in dieser Richtung so zahlreiche Beispiele gesammelt dafür, dass die Furcht der Tiere eine anerzogene ist, dass an dieser Tatsache kein Zweifel mehr bestehen kann. Auch Schillings[2]) berichtete über zahlreiche Beobachtungen derart und bezieht mit Recht dieses Anerziehen auf das ausgiebige Mitteilungsvermögen der Tiere, an dessen Existenz manche Biologen offenbar in vorgefasster Meinung über die Begriffe Verstand und Instinkt zweifeln, so ganz besonders die Jesuitenpater Wasmann und Muckermann[3]). Weiter ist

1) Entstehung der Arten. Bd. I. Jena 1888.

2) Mit Blitzlicht und Büchse.

3) Attitude of Catholics towards Darwinism and Evolution. Freiburg 1906. — The Humanizing of the Brute ore the essential difference between the human and animal soul proved from their specific activities. Freiburg 1906.

Digitized by Google

von Kassowitz darauf hingewiesen worden, dass Füllen aus wilden Stutereien nur schwer lenksam zu machen sind, ebenso Bastarde wilder Hengste und zahmer Stuten und wilder und zahmer Renntiere. Dasselbe gilt übrigens auch von den Zebras. Es bedarf immer mehrerer Generationen, um den wilden Naturzustand zu überwinden. Es ist das aber ganz offenbar nicht eine Vererbung erworbener Eigenschaften, sondern beruht auf Zuchtwahl und Erziehung von Seiten der Eltern oder durch den Menschen. Ebenso wie die Furcht vor den Menschen den Tieren von ihren Eltern anerzogen wird, so besteht auch eine Tradition der Opposition, und wir wissen ganz genau, dass gerade bei Tieren nur diejenigen Einflüsse von Bedeutung sind, die in den ersten Lebenswochen und Monaten an die Tiere herantreten. Daher muss Zähmung und Dressur immer in der frühesten Jugend der Tiere beginnen. Es ist ja auch bekannt, dass Hunde, die im Zwinger gezogen sind, später nicht mehr stubenrein zu machen sind, während bei den Geschwistern solcher Tiere, die in der frühesten Jugend aus den Zwingern entfernt wurden, die Stubenreinheit mit grösster Leichtigkeit anerzogen wurde. Bei jungen Tieren ist aber die Einwirkung durch ihre Eltern von grösserer Bedeutung, als die durch den Menschen. Wenn also die Eltern noch undomestiziert waren, so fällt diese frühe Einwirkung fort, und es kommt die Zähmung erst nach mehreren Generationen zum Ausdruck.

Daraus ergibt sich, dass die Angaben von Kassowitz nichts mit der Vererbung erworbener Eigenschaften zu tun haben, sondern lediglich auf einer geistigen Ausbildung der Tiere beruhen, zu der sie die Fähigkeiten mit sich bringen. Dass die Domestikation die Tiere verändert und auch gelegentlich in bezug auf Eigenschaften des Temperaments, das kann gar keine Frage sein und davon war ja auch schon früher mehrfach die Rede. Es ist daher auch nicht beweiskräftig, wenn Kassowitz im gleichen Zusammenhang anführt, dass die Domestikation Veränderungen im Körperbau und im Skelette hervorrufe, wie z. B. Nehring aus dem Vergleich der Schädel des Wildschweines und des Hausschweines nachgewiesen hat. Auch das hat offenbar gar nichts mit der Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften zu tun.

Besonders ist vielfach darauf hingewiesen worden, dass die

Digitized by Google

Dressur der Tiere ein Beweis für die Vererbung von Instinkten sei, da die zu Jagdhunden erzogenen Hunde Nachkommen erzeugten, die schon in der Jugend, auch ohne dazu wieder besonders angelernt zu werden, dieselben charakteristischen Eigenschaften darböten. Diese Anschauung ist durchaus unrichtig. Wer sich jemals mit Tierdressuren beschäftigt hat, weiss ganz genau, dass Dressieren nichts anderes heisst, als bereits vorhandene Eigentümlichkeiten eines Tieres durch Unterricht weiter auszubilden. Man ist nicht imstande, jede beliebige Hunderasse zu Jagdhunden heranzubilden, sondern nur solche, die schon von vornherein angeboren gewisse Eigenschaften in dieser Richtung besitzen. Wenn man einen Hund genau beobachtet und seine persönlichen Eigentümlichkeiten erkennt, so kann man dieselben unschwer zu bestimmten Dressurkunststücken ausbilden. Es würde aber ganz unmöglich sein, bei dem einen Hunde ein solches Kunststück hervorzubringen, das bei dem andern ohne weiteres sich heranziehen lässt. Diejenigen sind also die besten Dresseure, die es am meisten verstehen, die individuellen Eigentümlichkeiten der Tiere zu erkennen, und wer ganz planlos versuchen will, an irgend einem Hunde irgend eine beliebige Eigenschaft zu entwickeln, die ihm anderswo zufällig gefallen hat, wird niemals einen Erfolg in seiner Dressur haben. Wie weit die Voreingenommenheit für solche Anschauungen gehen kann, ersieht man aus Eimers[1]) Angaben über die Neapeler Hähne. Er behauptet nämlich von diesen, dass dieselben lauter krähten, weil sie durch viele Generationen hindurch gezwungen worden wären, den Lärm der Stadt zu übertönen. Man muss sich wirklich fragen, ob es sich hier nicht lediglich um eine scherzhafte Behauptung handelt.

Dass es angeborene Instinkte gibt, darüber kann natürlich gar kein Zweifel bestehen, und das stets in diesem Zusammenhang angeführte Beispiel der Mauerwespe, die Käferlarven durch einen Stich in das Ganglion lähmt und mit den Eiern in das röhrenförmig gebaute Nest einmauert, so dass also die Larven von dieser Handlung des Muttertieres gar nichts erfahren, ist zweifellos ein Beweis für solche vererbten Instinkte, von denen es ja übrigens

1) Entstehung der Arten. Bd. I. Jena 1888. S. 394.

Digitized by Google

eine grosse Zahl gibt, ja die man vom niedrigsten bis zum höchsten Tiere, den Menschen, beobachten kann. Uns imponiert in diesen Fällen die Kompliziertheit solcher angeborenen Instinkte, und ich bin weit davon entfernt, einfach behaupten zu wollen, dass man in jedem Falle eine Erklärung für die Entstehung solcher komplizierten Instinkte geben könnte. Aber auf der andern Seite fehlt doch jeder Schatten eines Beweises dafür, dass es sich bei solchen komplizierten Instinkten um die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften handelt. Im Gegenteil spricht dagegen, dass, wenn das der Fall wäre, man voraussetzen müsste, dass eine Mauerwespe z. B. einmal die Erfinderin eines so komplizierten Zustandes gewesen wäre, d. h. sie müsste mit einer Verstandeskraft gearbeitet haben, die einen menschlichen Erfinder weit in den Schatten gestellt hätte.

Cope[1]) sowie Osborne[2]) sind beide energisch für die Lamarckschen Anschauungen eingetreten. Cope sagt z. B., dass das Grössenwachstum eines Zahnes oder eines Teiles desselben eine direkte Folge des Gebrauchs sei. „Durch den Gebrauch wird die Stellung eines Zahnes in der Richtung vom grössten zum kleinsten Widerstand gedreht". Es ist ganz unzweifelhaft, dass es sich hier zum Teil um funktionelle Anpassungen handelt, zum andern Teil aber der Gedankengang der Autoren geradezu umzudrehen ist. Die Zähne wuchsen aus irgend einem Grunde grösser und konnten deswegen kräftiger gebraucht werden. Gegen die Anschauungen dieser Autoren, so weit sie sich auf die Entwicklung der Zähne beziehen, wendet sich übrigens auch schon Fleischmann[3]).

Ich füge gleichzeitig noch einige andere verwandte Beispiele der Autoren hier an. Zunächst bezieht sich Kassowitz auf die Funktion der Milchdrüsen, die bei dem Eintreten der Schwangerschaft zu wachsen beginnen und nach der Geburt schon vor dem

1) The origin of the fittest. New York 1887. — The mechanical causes of the development of the hard parts of the Mamalia. Journ. of morphology. III. 1898.

2) The evolution of Mamalian molar to and from the tritubercular type. American Naturalist. 1888.

3) Mitteilungen d. Akademie. Berlin. 20. Aug. 1891.

Digitized by Google

Anlegen sezernieren. Und er sagt weiter in diesem Gedankengange: „Wenn in gewissen Bezirken, in denen sich eine förmliche Ammenindustrie entwickelt hat, die Frauen an Reichlichkeit und Ausdauer der Laktation den Durchschnitt des betr. Landes übertreffen, während dort, wo das Stillen der Kinder gewohnheitsgemäss unterlassen wird, eine verminderte Leistungsfähigkeit der Drüse ungemein verbreitet ist, wenn ferner in analoger Weise überall, wo Kühe und Ziegen regelmässig gemolken werden, die Euter derselben schon von Haus aus eine stärkere Entwicklung zeigen als in denjenigen Ländern, in denen dies nicht der Fall ist, so sind dies zweifellos Anpassungen, die bereits aus einer erblichen Anlage herrühren.“ Wenn Kassowitz etwas mehr in das Wesen dieser Erscheinungen eingedrungen wäre, so würde er unschwer die richtige Erklärung gefunden haben. Was zunächst die Ammenindustrie betrifft, so ist dieselbe, wie leicht nachzuweisen ist, z. T. gefälscht, denn durchaus nicht alle diejenigen Personen, die sich z. B. als Spreewälder Ammen bezeichnen, stammen aus dem Spreewald. Es ist aber ganz unzweifelhaft, dass in manchen Gegenden die Frauen aus dem Grunde besser geeignet sind, die Kinder zu stillen, weil in diesen Gegenden eine andere Möglichkeit der Kindererziehung nicht besteht, so dass diejenigen Familien sich in einem wesentlichen Nachteil befinden, bei denen nicht die Mutter imstande ist, die Kinder selbst zu stillen, gegenüber den anderen. Solche Gegenden fallen stets mit ländlichen Bezirken zusammen, indem die Individuen gewohnt und gezwungen sind, sich überhaupt körperlich kräftig zu erhalten, und wo weniger kräftige und gesunde Individuen durch die Selektion ausgemerzt werden. Dass in Gegenden, wo die Gewohnheit, die Kinder zu stillen, unterlassen wird, eine verminderte Leistungsfähigkeit der Drüsen eintritt und zwar infolgedessen, ist absolut unrichtig. Vielmehr beruht das gewohnheitsgemässe Unterlassen des Stillens der Kinder zum grossen Teil auf dem Unvermögen des Stillens, so dass Kassowitz also hier wieder Ursache und Wirkung geradezu miteinander vertauscht. Dass auch aus anderen Gründen das Stillen der Kinder unterlassen werden kann, steht leider zweifellos fest, doch zeigt es sich, dass bei solchen Frauen die Milchdrüsen durchaus nicht atrophisch werden, sondern dass sie genau so gut entwickelt sein können wie bei Frauen aus solchen Gegenden, in die Kassowitz

Digitized by Google

die Ammenindustrie verlegt. Was nun aber die Kühe und Ziegen betrifft, so findet in denjenigen Gegenden, wo die Bevölkerung auf die Milch- und die Käsewirtschaft angewiesen ist, eine ausgesprochene Zuchtwahl statt, die ihre Tendenz dahin richtet, gute milchgebende Tiere zu züchten. Dass eine solche Zuchtwahl nur unter bestimmten Bedingungen möglich ist, unterliegt gar keinem Zweifel, und dass es z. B. in tropischen und subtropischen Gegenden viel weniger möglich ist, die Rinder auf die Milchproduktion zu züchten als in unserem gemässigten Klima, ist zweifellos. Aber auf keinen Fall beruht die angeborene Grösse der Milchdrüse bei den Rindern auf der Uebung ihrer Vorfahren, wohl aber kann durch funktionelle Anpassung, durch fortgesetzte Milchentnahme die Drüse längere Zeit grösser erhalten werden als bei Tieren, die nicht gemolken werden. Auch Eimer[1]) äussert sich in ähnlicher Weise wie Kassowitz, und er erwähnt bei dieser Gelegenheit auch das permanente Eierlegen der Hühner. Es ist zweifellos, dass die Fruchtbarkeit der Tiere durch die Domestikation verändert wird, wie ja auch die Verschiebung der Brunstzeiten bei den Haustieren erkennen lässt und vor allen Dingen auch die Verwischung derselben beim Menschen. Aber in welchem Zusammenhang das mit Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften stehen soll, ist mir gänzlich unerfindlich.

Wir haben uns jetzt mit einer weiteren Gruppe von angeblich vererbbaren erworbenen Eigenschaften zu beschäftigen, die alle das Gemeinsame haben, dass durch eine solche Einwirkung eine Veränderung der Form entsteht, so lange die Lebewesen sich unter dieser äusseren Einwirkung befinden, und dass nach Aufhören dieser Einwirkung die dadurch entstandene Form noch eine Zeitlang erhalten wird. Man hat das als Persistenzerscheinung bezeichnet, und die Versuche sind ganz vorzugsweise an Pflanzen gemacht worden, trotzdem auch zahlreiche Beispiele an Tieren für die gleiche Erscheinung existieren. Um nur einige anzuführen, so hat man Bakterien durch bestimmte Nährböden in ihrem Charakter verändert. Es ist gelungen, sie in manchen Fällen dadurch virulenter zu machen, in anderen Fällen in ihrer giftigen Wirkung ab-

1) Entstehung der Arten. I. S. 180.

Digitized by Google

zuschwächen. Oder man hat auch in anderer Richtung ihre chemische Eigenschaft geändert oder die Erzeugung von Farbstoff beeinflusst. Wettstein[1]) hat diesen Tatsachen besondere Beachtung geschenkt und führt dieselben als Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften an, so z. B. dass unter dem Einfluss des Sauerstoffs die Virulenz des Hühnercholerabakteriums verloren geht. Dieses Beispiel ist indessen sehr unzweckmässig, da die Virulenz sofort wieder eintritt, wenn der Bazillus einige Male durch einen Tierkörper geschickt wird, also unter die alten Bedingungen gebracht wird. Derselbe Einwurf lässt sich erheben gegen Hansens Experiment mit Saccharomyces und Rays Untersuchungen über den Aspergillus albus, sowie Runges Mitteilungen über den Aspergillus niger. Es ist ganz richtig, wenn Wettstein sagt, dass dabei Selektion nicht im Spiele sei, aber es treten auch keine festen erblichen Eigenschaften auf, denn wenn man die betreffenden Organismen in ihre natürlichen Verhältnisse zurückbringt, so nehmen sie, wenn auch nicht immer sofort, doch sehr bald ihre alten Gewohnheiten wieder an. Ganz besonders kann man das auch bei höheren Pflanzen sehen, die ebenfalls Wettstein in das Gebiet seiner Betrachtungen einbezieht, so z. B. die Umwandlung von Gebirgspflanzen in der Ebene (Gentiana acaulis); ferner der Umstand, dass es Pflanzen gibt, die nur auf Böden von bestimmter chemischer und physikalischer Beschaffenheit vorkommen und auf anderen Böden durch sehr nahe stehende, aber von ihnen verschiedene Arten vertreten werden, so dass es z. B. Kalk- und Kieselformen derselben Typen gibt. Ferner führt er an, dass viele parasitäre Gattungen der Blütenpflanzen zu den vielgestaltetsten gehören, z. B. Ohobanche, Cuscuta, und bei wieder anderen nimmt er an, dass die Fähigkeit, unter veränderten Ernährungsbedingungen zu leben, allmählich erworben und vererbt wurde, und er sieht einen deutlichen Hinweis auf direkte Anpassung und Vererbung erworbener Eigenschaften in vielen sog. Konvergenzerscheinungen, z. B. bei den Floren der Meeresküste, der sandigen Dünen und der felsigen Hochgebirgsgipfel. Offenbar verlässt Wettstein hier bereits das Gebiet der Diskussion über die Vererbung erworbener Eigen-

1) Der Neolamarckismus und seine Beziehung zum Darwinismus. Jena 1903.

Digitized by Google

schaften, denn in allen diesen letzten Beispielen handelt es sich ganz unzweifelhaft um ausgezeichnete Erscheinungen der Selektion.

Schübler hat Versuche an Hühnermais gemacht und gezeigt, dass die Eigenschaft, in nordischen Gegenden früher zu reifen, bei Zurückversetzung in mitteleuropäische Verhältnisse von dem Getreide eine Zeitlang beibehalten wurde, bis dann diese Eigenschaft allmählich wieder verschwand. Dieses Beispiel wird auch von Eimer[1]) angeführt im Sinne der Vererbung erworbener Eigenschaften, aber Weismann[2]), der sich ausführlich mit dieser Frage beschäftigt, bekämpft die Deutung der Schüblerschen Versuche und stützt sich dabei vor allen Dingen auf die Untersuchungen Willes und Nielsens, wodurch die Angaben Schüblers, mit neuen Methoden nachgeprüft, sich als unrichtig erwiesen haben. In gleicher Beziehung zitiert er auch Engler. Dieser beschäftigte sich vor allen Dingen mit zwei Rassen von Fichten und zeigte, dass es sich um Anpassung und nicht um Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften handelt. Weismann ist vielmehr der Ansicht, dass mit Sicherheit erbliche Abänderungen durch Abänderung der Keimesanlage entstehen können. Neuerdings hat Arnim Schlagentihn unter dem Titel: „Eine Mutation des Weizens“ angegeben, dass die gleichen Veränderungen, die aus dem Samen des Weizens entstanden, auch bei jungen Pflanzen, also ohne die Einwirkung auf das Keimplasma durch Kälte zustande kommen konnten. D. h. also die jungen Pflanzen bildeten unter der Einwirkung von Kälte die gleichen Veränderungen aus, die man sonst erst bei der Nachkommenschaft beobachtete. Eigentlich aber verhielt sich der Weizen, von dem der Verfasser spricht, ganz anders, denn die Erblichkeit dieser veränderten Eigenschaften wurde von ihm nicht nachgewiesen. Auch ist die Beobachtung zufällig in der Natur gemacht und nicht unter genauer Kontrolle der Bedingungen des Experiments. Dadurch erscheint die ganze Beobachtung höchst zweifelhaft, und es ist das um so mehr zu betonen, damit in Zukunft dieses Beispiel nicht etwa von den Anhängern des Lamarckismus in ihrem Sinne benutzt wird.

---

1) Entstehung der Arten. I. S. 101.

2) Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie. 1906.

Digitized by Google

Manche Pflanzen, z. B. unsere Getreidearten und unsere Feuerbohne, die ursprünglich perennierend waren, wurden durch die lange Zeit hindurch eingetretene Unmöglichkeit, zu überwintern, daran gehindert, von diesen Organen Gebrauch zu machen, und es soll das, wie Wettstein behauptet, eine vollständige Rückbildung der zur Ueberwinterung notwendigen Organe zur Folge gehabt haben. Wettstein meint, dass hier von einer Einwirkung der Selektion nicht die Rede sein kann. Diese Schlussfolgerung erscheint gänzlich unberechtigt. Wenn die Pflanzen nicht imstande gewesen wären, ihre zum Perennieren führenden Organe unter dem Einfluss der Domestikation zu verändern und zwar gerade durch Selektion, so würden sie nicht die Verwendung haben finden können, die sie tatsächlich gefunden haben. Es spielt also hier nicht bloss natürliche Zuchtwahl eine Rolle, sondern geradezu die künstliche, unter dem Einfluss des Menschen.

Solcher Beispiele würden sich noch sehr viele beibringen lassen. Bei Tieren liegt ebenfalls eine grössere Anzahl von Angaben vor. Ich erinnere nur an den Bericht Darwins, dass die Hunde in Neu-Guinea nach wenigen Generationen einen ganz anderen Habitus bekamen, und dass sich ihr Gebell in eine Art von Geheul umwandelte. Wallace berichtet, dass europäische Schafe, in die Tropen gebracht, nach wenigen Generationen ihr langes Wollhaar verlieren. Auch in Indien verlieren unsere Hunderassen nach Eimers Angabe schon nach zwei Generationen ihre charakteristischen Merkmale. Bei Hühnerhunden z. B. werden die Nasenlöcher mehr zusammengezogen, die Nase wird spitziger, die Grösse gering, die Glieder schlanker. In Paraguay ist die Hauskatze um ein Viertel kleiner geworden, hat einen schlanken Körper und einen fast nackten Schwanz. Im Malayischen Archipel und in Hinterindien haben die Katzen einen fast abgestutzten Schwanz, oft mit einer Art Knoten am Ende. Alle diese Angaben beweisen zunächst weiter garnichts, als dass die bei uns in einer bestimmten Richtung rein gezüchteten Haustiere dort unter Aufgabe dieser reinen Zucht Veränderungen aufweisen, und es bleibt noch dahingestellt, wie weit bei dem Auftreten dieser neuen Eigenschaften Mischungen mit bereits eingeborenen Tieren zustande gekommen sind, die sicherlich nicht auszuschliessen waren. Auch Kassowitz

Digitized by Google

führt ein hierfür wichtiges Beispiel an. Die in Porto Santo seit Jahrhunderten angesiedelten Kaninchen haben dort eine rotbraune Färbung angenommen, verloren dieselbe aber schon nach wenigen Generationen im Londoner Tiergarten, verhielten sich also in vieler Beziehung gerade so wie die oben angeführte Abänderung der Bakterien und anderer Pflanzen.

Wenn man diese Fälle genauer analysiert, so kommt man wiederum zu dem Resultat, dass sie sich ganz offenbar nicht einheitlich erklären lassen. Dass überhaupt eine solche Veränderung durch unmittelbare Einwirkung der Umgebung hervorzubringen ist, beruht auf dem von Roux ausführlich beschriebenen Gesetz der funktionellen Anpassung. Es wurde schon früher darauf hingewiesen, dass, wenn Lebewesen sich dauernd unter solchen besonderen äusseren Verhältnissen befinden, wir nicht anstehen würden, sie als besondere Arten zu betrachten, vor allen Dingen wenn die Arten, aus denen sie hervorgingen, ausgestorben sind und Kreuzungsversuche sich nicht mehr anstellen lassen. Wieviele solche Abänderungen durch nichtvererbbare, aber auf jedes Individuum wieder einwirkende Einflüsse, also durch Selbstregulierung zustande gekommen sind aus Arten früherer Erdperioden, ist naturgemäss heutzutage garnicht mehr festzustellen. Aber wenn man sieht, wie Temperatur, Licht, Feuchtigkeit, Kohlensäuregehalt der Luft, Luftdruck und Nahrungsstoffe verändernd auf Pflanzen und Tiere einwirken können, so kann man keinen Zweifel daran haben, dass eine ganze Reihe von Formen, wie sie uns heute entgegentreten, nur diesem Umstande es verdanken, dass sie so und nicht anders aussehen. Eine Caulerpa z. B., die unter Beleuchtung wächst, sieht so verschieden aus von derselben Art, die im Dunklen gezogen wurde, dass auch nicht mehr die entfernteste morphologische Aehnlichkeit dazwischen besteht. Die Kniestücke bei den Ranunkulaceen sind von Kassowitz u. a. als zweckmässige Vererbungen angeführt worden, obgleich Goebel zur Evidenz nachwies, dass sie jedesmal unter dem Einfluss der Beleuchtung zustande kommen und infolgedessen von einer Vererbung der Kniestücke selbst keine Rede sein kann, sondern höchstens von der Fähigkeit, solche auszubilden, die aber allen Ranunkulaceen eigentümlich ist und nicht nur denjenigen, die vorher durch irgend eine Beeinflussung zur

Digitized by Google

Bildung von Kniestücken veranlasst wurden. Auch die bekannte Umwandlung der Artemia salina gehört hierher, denn Anikin[1]) hat durch Versuche festgestellt, dass die Veränderung nur bei rascher und nicht bei allmählicher Zunahme des Salzgehaltes eintritt, dass die Veränderungen sich nicht erblich fixieren und sich zurückbilden nach Rückübertragung in normale Konzentration. Man hat also von allen diesen Beobachtungen zunächst diejenigen auszuschalten, wo durch fortgesetzten Einfluss dieser besonderen äusseren Bedingungen bestimmte Formen durch individuelle Anpassung erhalten werden. Dann bleibt aber die Tatsache übrig, dass nach Ueberpflanzen in andere Bedingungen nicht sofort die Charakteränderung eintritt, resp. der Rückschlag in die frühere Form, sondern dass sie erst nach einer Reihe von Generationen geschieht. Es fragt sich nun, ob man das als eine Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften aufzufassen hat. Ich will ganz von der Vorstellung mancher Autoren für diese Fälle absehen, dass durch diese äusseren Einwirkungen auch die Geschlechtszellen getroffen würden und dadurch eine Veränderung der erblichen Eigenschaften hervorgebracht würde. Dadurch, dass diese veränderten Eigenschaften offenbar transitorische sein können, ist bewiesen, dass sie nicht zu dem festen Bestand erblicher Eigenschaften zu rechnen sind, und es ist ganz willkürlich, daraus zu schliessen, dass durch die jahrtausendlange Einwirkung die Erblichkeit fester würde. Mir scheint vielmehr, dass wir gerade in neuerer Zeit eine deutliche Handhabe gewonnen haben, um zu erklären, wie die Persistenzerscheinungen zustande kommen. Ich meine nämlich folgendes. Ehrlich hat gezeigt, dass zwar, wie früher schon bekannt war, Geschwülste nur von einem Tier auf ein anderes derselben Art transplantiert werden können, dass aber, wenn man z. B. eine Mäusegeschwulst auf eine Ratte transplantiert, diese eine Zeitlang ihre Lebensfähigkeit bewahrt und auf die Maus zurückgepflanzt dort weiter wachsen kann. Ehrlich nimmt mit Recht an, dass mit der Ueberpflanzung von Maus auf Ratte ein Stoff mit übertragen wird, der die Entwicklungsfähigkeit der Mäusezellen bei der Ratte noch eine Zeitlang unterhält, dann aber, da dieser Stoff in der Ratte

1) Zool. Zentralbl. Bd. 6. 1899. S. 757—60. Referat.

Digitized by Google

nicht neu gebildet wird, schliesslich zugrunde geht. Dadurch hört dann der Tumor in der Ratte auf zu wachsen, nachdem er zunächst ein solches Wachstum gezeigt hat. Wenn man in diesem Moment die Zellen auf die Maus zurückverpflanzt, so sind dieselben noch in ihrer ursprünglichen Form zu retten und können zu erneutem Wachstum angeregt werden. Nach einiger Zeit können sie dann von neuem auf die Ratte übertragen werden, und das kann man beliebig oft wiederholen. Ich meine nun, dass man gerade bei Pflanzen annehmen darf, dass solche die Form beeinflussende Stoffe in den Nahrungskörper der Samen übergehen und dass sie, bis sie verbraucht sind, was bei manchen erst nach mehreren Generationen zu geschehen braucht, die durch die besonderen Einflüsse erlangten Eigenschaften beibehalten. Es hat das an und für sich nichts Wunderbares, denn es ist beobachtet worden, dass Pflanzen sich durch kurze und nur vorübergehende Einwirkung auf die Samen, z. B. durch Licht, in ganz bestimmter Weise entwickeln, auch wenn diese Einwirkung später aufhört. Und dass Spuren chemischer Substanzen genügen können, um solche Veränderungen in den Samen hervorzubringen, dürfte ebenfalls nicht wunderbar sein, nachdem bekannt wurde, wie geringe Modifikationen des Eiweisses ausreichen, um dasselbe für Zellen, die an ein andersartiges Serum gewöhnt sind, giftig zu machen. Durch diese Betrachtung würden die Persistenzerscheinungen gänzlich aus dem Gebiete der vererbbaren Eigentümlichkeiten herausfallen und ausschliesslich zu den funktionellen Anpassungen gehören. Vielleicht ist hierher auch der berühmte Fall der Artemia salina zu rechnen, wobei ich aber bemerke, dass diese merkwürdige Umänderung, die sogar nicht nur eine andere Art, sondern eine andere Gattung vortäuscht, noch nicht genügend untersucht ist, um ein eindeutiges Urteil daraus zu gewinnen, was auch von verschiedenen Zoologen anerkannt wird.

Hering hat schon vor langen Jahren eine geistreiche Theorie aufgestellt in einem Vortrag über das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organischen Materie[1]). Lange Zeit ist diese

1) Wien 1876.

Digitized by Google

Theorie wenig bekannt gewesen, da sie an einer wenig zugänglichen Stelle publiziert war und auch nichts weiter darstellte als die Skizze zu einer Hypothese. Jedoch hat neuerdings Semon[1]) auf dieser Idee Herings ein ganzes Gebäude errichtet, das zweifellos voller geistreicher Anregungen ist, aber uns in den Anschauungen über die Vererbung der individuell erworbenen Eigenschaften auch nicht einen Schritt weiter bringt. Die Idee Herings, dass die äusseren Reize eine Einwirkung nicht bloss auf die Ganglienzellen des Gehirns hervorbringen, sondern auch auf alle übrigen Körperzellen, Reize, die in diesen Zellen Veränderungen hervorrufen, welche den Zellen mehr oder weniger lange anhaften, ist zweifellos zutreffend und stimmt mit unseren Erfahrungen über das Gedächtnis nicht nur überein, sondern auch vollständig mit den modernen Anschauungen über Immunität, Heilung von Krankheiten, Bildung von Antitoxinen usw. Auch hier haben wir es offenbar mit veränderten Funktionen der Zelle zu tun, die eine Zeitlang anhalten und dann allmählich ausklingen. Wenn man sich vorstellt, dass solche Veränderungen an den Geschlechtszellen hervorgebracht werden, so wäre es ja auch denkbar, dass dieselben auf eine Veränderung der Arten hinführten. Wenn sich dieselben aber lediglich auf die somatischen Zellen beschränken, so können sie höchstens zu einer funktionellen individuellen Anpassung führen, aber nicht zu einer erblichen, es sei denn, dass bereits bewiesen wäre, dass solche individuell erworbenen somatischen Eigenschaften erblich sind. Das ist in der Tat der Fehler, in den Semon verfällt, dass er etwas zu beweisen sucht durch eine neue Theorie, in der er eigentlich das zu Beweisende schon voraussetzt, und die keinerlei Bedeutung mehr hat, wenn dieser Beweis nicht angetreten werden kann. Daher ist es auch kein Wunder, dass Semon bereits in Weismann[2]) und in anderen Gegner gefunden hat. Weismann selbst erkennt das Geistreiche dieser Hering-Semonschen Theorie an, und man kann sich dem ohne weiteres anschliessen, soweit es sich auf individuelle Anpassung bezieht, sowie es sich aber um Vererbung er-

1) Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens. Leipzig 1904.

2) Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie. 1906.

Digitized by Google

worbener Eigenschaften handelt, kommen weder die Mneme der Zellen noch die Engramme Semons irgendwie in Betracht.

In naher Berührung mit diesen Betrachtungen stehen andere, die eigentlich nur kurz erwähnt zu werden brauchen, da sie unseren heutigen wissenschaftlichen Ansichten in keiner Weise mehr entsprechen. Ich denke hier an zwei Anschauungen: erstens an die früher vielfach verbreitete Vorstellung, dass die Moleküle eines tierischen Körpers durch die Moleküle der von diesem Körper mit der Nahrung aufgenommenen Substanzen direkt, und zwar im gleichen Sinne beeinflusst werden, so dass z. B. ein fleischfressendes Tier den Charakter des von ihm gefressenen Tieres anzunehmen vermag. Es beruht diese Anschauung, wie mir scheint, auf einer alten Volkssage, wonach es den Menschen mutig machen sollte, wenn er das Fleisch ganz besonders mutiger Tiere gegessen habe. Nägeli hat dieses Märchen schon ausführlich widerlegt. Freilich ist es ja möglich, gewisse Stoffwechselprodukte von Tieren in anderen aufzufinden, so z. B. das Fett. Wenn man einen Hund mit Hammelfett füttert, so nimmt das Fett in der Leber dieses Hundes allmählich den Charakter von Hammelfett an, besonders bei gleichzeitiger Phosphorvergiftung, aber nur so lange, wie auch Hammelfett verfüttert wird. Aber niemals ist es möglich, durch einfache Verfütterung die Konstitution des Eiweisses eines Tieres im Sinne des Eiweisses seiner Nahrung zu modifizieren. Das Nahrungseiweiss wird vielmehr stets so assimiliert, dass es die Eiweissform des fressenden Tieres annimmt. Wenn man dagegen das Eiweiss direkt in die Blutbahn einführt durch subkutane oder venöse Injektion, so erreicht man nicht eine Umwandlung des Eiweisses in dem gedachten Sinne, sondern im Gegenteil, das Körpereiweiss des betreffenden Tieres wird gegen die fremde Eiweissart giftiger durch Bildung von Antitoxin und Präzipitin. Zweitens denke ich dann an die sogenannten Xenien. Mit diesem Namen hat man die angeblichen Beobachtungen bezeichnet, dass weibliche Rassetiere oder Pflanzen, die einmal durch eine verwandte Art oder Rasse befruchtet worden waren, Bastarde noch erzeugten, auch wenn später die Befruchtung durch die gleiche Art oder Rasse erfolgte. Diese Anschauung ist heute noch bei Tierzüchtern so verbreitet, dass es nur schwer gelingt, den Besitzer eines Rassetieres von der

Digitized by Google

Ungefährlichkeit der Befruchtung durch eine andere Rasse zu überzeugen. Immer wieder begegnet man der Vorstellung, dass dadurch das betreffende Rassetier dauernd untüchtig zur Nachzucht würde. Haacke[1]), der sonst eine grosse Neigung zu solchen Anschauungen hat, gibt jedoch ohne weiteres zu, dass für Tiere von der Existenz der Xenien keine Rede sein könnte, doch meint er, dass bei Pflanzen eine solche Einwirkung stattfinden könnte (was ja auch noch Darwins Ansicht war), indem die weiblichen Geschlechtszellen der Pflanze zur Zeit der Befruchtung noch mit der Pflanze in Verbindung ständen und dadurch wohl eine Beeinflussung der Mutterpflanze möglich machten. Ich möchte aber glauben, dass auch diese Anschauung bei Pflanzen eine irrige sei. Denn nachdem heutzutage der Reifungsprozess der Geschlechtszellen genau studiert wurde und mit Sicherheit bekannt ist, dass nur solche Geschlechtszellen befruchtet werden können, die bereits einen Reifungsprozess durchgemacht haben, d. h. die ihren Charakter als Körperzellen aufgegeben haben, kann man nicht mehr die Anschauung Haackes teilen, dass diese Geschlechtszellen noch integrierende Bestandteile der Pflanzen seien, die etwa einen altruistischen Einfluss auf den übrigen Körper der Pflanzen ausüben könnten. Infolgedessen ist auch die Existenz der Xenien bei Pflanzen ganz entschieden zu leugnen.

Man sieht also, dass bei genauerer Betrachtung bei allen den angeführten Gruppenerscheinungen von einer Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften keine Rede sein kann, und es bliebe jetzt nur noch übrig, eine Reihe von Einzelbeobachtungen kritisch durchzugehen, die gelegentlich als Beweisstücke für die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften angeführt wurden. Es liegt nicht in meiner Absicht, darin eine Vollständigkeit zu erzielen, da jedes Beispiel eigentlich wieder einem Typus entspricht und daher eine grössere Zahl von Beispielen vertritt.

Ich nenne zunächst die Querstreifung der Muskulatur, von der besonders Eimer[2]) behauptet, dass sie erst durch die Uebung, d. h. durch die Kontraktion entstanden und dann vererbt worden sei.

1) Gestaltung u. Vererbung. Leipzig 1893. S. 301.
2) Orthogenesis. I. Leipzig 1897. S. 12.

Digitized by Google

Man hat sich dabei besonders auf den Umstand berufen, dass bei manchen Tieren, z. B. bei der Stubenfliege, während der Winterstarre die Muskulatur nicht quergestreift ist und erst wieder durch die Benutzung quergestreift wird. Nun ist die Querstreifung eine Erscheinung, die ausser am Herzen nur an den willkürlichen Muskeln der meisten Tiere vorhanden ist, bei einzelnen (Arthropoden) sich ausschliesslich findet, bei manchen Tieren aber auch fehlen kann. Sie ist also, wie ja auch die sogenannte glatte Muskulatur zeigt, keine Conditio sine qua non der Kontraktionserscheinung. Die Querstreifung kann also ganz gut eine in jedem Fall individuell erworbene Anpassung der Erscheinung sein und unter die Rouxschen funktionellen Anpassungen fallen, denn in Wirklichkeit zeigen sowohl bei der embryonalen Entwicklung, als auch bei der Neubildung von Muskulatur die jüngsten Muskelfasern noch keine Querstreifung. Dieselbe tritt vielmehr erst dann in die Erscheinung, wenn auch bereits Kontraktionen vorauszusetzen sind. Dass solche schon sehr frühzeitig auftreten, kann man an den Herzen von Hühnerembryonen sehen, oder auch an den Bewegungserscheinungen, die bei freien Embryonen, z. B. der Frösche, auftreten. Aber selbst wenn die Querstreifung nicht zu den Erscheinungen der individuell erworbenen Eigenschaften gehört, sondern eine erblich übertragene Eigenschaft darstellt, so würde doch das Beispiel der Stubenfliege nichts darüber aussagen, dass es sich hier um die Vererbung einer individuell erworbenen Eigenschaft handelt, da es sich ja bei der Stubenfliege um einen ganz exzeptionellen Zustand, also vielleicht erst um einen sekundär erworbenen handelt.

Ein zweites Beispiel stellt die Pachydermie an den Fusssohlen und Handtellern der Menschen[1]) dar und an den Knien des domestizierten Kamels[2]). Man hat sich gesagt, da die Fusssohlen zum Laufen benutzt wurden, so musste sich die Epidermis an diesen Stellen verdicken, und man findet nun tatsächlich schon beim jüngeren Fötus die Epidermis der Fusssohlen wesentlich dicker als die Epidermis anderer Körperteile. Woher diese Ver-

1) Paget, Lectures on surg. Pathology. Vol. I. 1853. p. 209.
2) Kassowitz, Allg. Biologie. 2. Bd. S. 773.

Digitized by Google

dickung gekommen ist, ist freilich nicht ohne weiteres zu sagen. Dass sie nicht individuell erworben wird, ist durch die Untersuchung ungeborner Früchte zweifellos erwiesen. Aber dass ihre Existenz der Beweis für die Vererbung individuell erworbener Eigenschaft sei, kann in keiner Weise anerkannt werden, denn es kann sich erstens um eine altruistische Erscheinung handeln. Aber man kann ganz besonders auch sagen, dass diese Erscheinung durch Selektion herausgebildet sein kann. Denn nur diejenigen Individuen waren zum Gehen auf den Fusssohlen geeignet, die an dieser Stelle eine dickere Epidermis hatten, und die Betrachtung ist also geradezu umzudrehen. Die Epidermis ist nicht dick geworden, weil die Tiere auf den Fusssohlen gingen, sondern umgekehrt, sie konnten auf den Fusssohlen gehen, weil dort die Epidermis dicker war. Diejenigen Individuen, bei denen sich eine zum Gehen sonst geeignete Fusssohle mit dünner Epidermis entwickelt hätte, wären so sehr im Nachteil gewesen gegenüber den anderen, dass sie ohne weiteres durch Selektion hätten ausgeschaltet werden müssen. In ähnlicher Weise dürften auch die Gesässschwielen der Affen zu erklären sein. Man sieht denn auch tatsächlich, dass beim Menschen, wo die Dicke der Epidermis an den Fusssohlen stark variiert, alle möglichen Schädigungen entstehen in Form von Schwielen, Clavus, Entzündungen mancher Art, z. B. das sog. Mal perforant du pied u. dergl. m. Die angeborene Dünnheit der Fusssohlen kann bei den Menschen mit Hilfe einer passenden Fussbekleidung überwunden werden und daher sich auf Nachkommen vererben. Aber bei unkultivierten, ohne Fussbekleidung sich bewegenden Menschen müsste eine angeborene Dünnheit der Epidermis an den Fusssohlen in kürzester Zeit zur Ausschaltung der Individuen führen. In gleicher Weise erklären sich, wie ich glaube, die Knieschwielen der Kamele. Kassowitz hat behauptet, die nicht domestizierten, noch in Freiheit lebenden Kamelarten Zentralasiens besitzen diese Knieschwielen nicht. Daher muss sie erst bei den domestizierten Tieren erworben sein. Ich habe übrigens nicht finden können, wo es noch undomestizierte Kamele ohne Knieschwielen gibt. Es ist ja sehr möglich, dass die Knieschwielen erst durch die Domestikation entstanden sind, aber sicherlich nicht dadurch, dass man die Tiere

Digitized by Google

veranlasste, sich zum Zwecke der Bepackung hinzulegen, denn niemand wäre auf die Idee verfallen, Tiere ohne solche Knieschwielen zum Liegen zu veranlassen, da sie ja dann zweifellos an diesen Stellen pathologische Veränderungen bekommen hätten. Denn durch das Liegen ohne Schwielen entstehen nicht einfach solche Schwielen, sondern es entstehen Druckgeschwüre, die schliesslich zu Krankheiten Veranlassung geben. Dasselbe gilt auch von dem Wildschwein-Genus Phacochörus, das beim Wühlen und Fressen die Gewohnheit hat, sich auf die Knie zu legen. An diesen befindet sich eine haarlose Kallusplatte, die keine andere Schweineart besitzt, aber auch keine andere Art hat diese Gewohnheit. Die Anhänger des Lamarckismus würden vermuten, dass diese Tiere die Schwielen bekommen haben, weil sie aus irgend einem Grunde die Gewohnheit annahmen, beim Fressen und Wühlen zu knien. Ich würde aus dem vorher angeführten Grunde gerade den umgekehrten Schluss ziehen. Es ist also nicht so, wie sich Kassowitz u. a. die Verhältnisse vorstellen, dass man den Kamelen durch das Liegen die Schwielen anerzogen hat, sondern die Schwielen sind irgendwie entstanden und dadurch sind die Kamele geeignet geworden, sich hinzulegen. Hätten sie keine Schwielen gebildet, so würde man sie eben in anderer Weise, nämlich im Stehen bepacken.

Leche[1]) führt ein Beispiel an von Bildung eines dritten Unterarmknochens, den er als die Vererbung einer erworbenen Eigenschaft auffasst. Bei Chrysochloris nämlich soll sich durch Anpassung an die Gräbertätigkeit in der Sehne des tiefen Beugemuskels am Unterarm ein dritter Knochen gebildet haben, und Leche führt an, dass bei Necrolestes Anfangsstadien solcher Knochen zu sehen sind. Es handelt sich hier ganz offenbar nicht um einen selbständigen neuen Skelettknochen, sondern um die Verknöcherung einer Sehne, wie solches bei manchen Laufvögeln ausserordentlich häufig vorkommt, ja bei alten Tieren sogar zur Regel gehört. Dieser überzählige Knochen bei Chrysochloris ist offenbar in Analogie zu setzen nicht bloss mit den Sehnenknochen der

1) Zur Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Säuger. Bd. II. Heft 2. Stuttgart 1907.

Digitized by Google

Vögel, sondern auch mit den Sesambeinen bei Säugetieren und beim Menschen, die ja auch ganz konstant vorkommen und doch nicht selbständige Bestandteile des Skeletts sind, sondern aus accessorischen Weichteilen hervorgehen. Manche dieser Sesambeine sind ja auch beim Menschen nicht nur mit absoluter Regelmässigkeit vorhanden, sondern liegen auch immer an derselben Stelle und verknöchern in dem gleichen Lebensalter. Es handelt sich hier ganz zweifellos um funktionelle Anpassungen und nicht um die Vererbung einer somatisch erworbenen Eigenschaft.

Semon[1]) führt unter anderem zwei Beispiele für die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften an; erstens den Tageswechsel gewisser Erscheinungen an den Akazien, und er meint, dass das Zusammenlegen der Blätter eine durch die Beleuchtung und Verdunklung erworbene und dann vererbte Eigenschaft sei. Dass das unrichtig ist, geht aus seinen eigenen Worten eigentlich hervor, denn er sagt: „Um die Variationsbewegung in Gang zu setzen, erwies sich dann allerdings die Einwirkung einer abwechselnden Beleuchtung und Verdunklung als notwendig". Es ist also durch die Versuche an Akazien, die bei konstanter Beleuchtung gezüchtet werden, bewiesen, dass sie zwar die Fähigkeit des Zusammenlegens besitzen, dass sie aber das wirkliche Intätigkeittreten dieser Fähigkeit erst durch eine Einübung der Individuen erlangen. Wodurch diese Fähigkeit ursprünglich erlangt worden ist und noch vererbt wird, ist unbekannt, aber auf keinen Fall kann es als erwiesen betrachtet werden, dass sie durch die Einwirkung von hell und dunkel entstanden ist. Dafür fehlt jeder Beweis. Dasselbe gilt von dem zweiten Beispiel Semons, nämlich Charbonniers Elster, die, obwohl getrennt von den Eltern und von anderen Vögeln erzogen, die gesamte Badeprozedur als fertige Dispositionsreihe mit auf die Welt brachte. Bei der Badeprozedur handelt es sich offenbar um einen Instinkt, wie solche bei den Tieren überhaupt in grosser Menge vorhanden sind, und man müsste dann, wie es tatsächlich überhaupt geschehen ist, alle Instinkte als Vererbung erworbener Eigenschaften ansehen. Von

1) Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften. Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie. 4. Jahrg. 1907.

Digitized by Google

den Instinkten gilt aber dasselbe, was von allen Fähigkeiten der Tiere anzuführen ist. Instinkte sind reflektorische Aeusserungen bestimmter Organe oder Gruppen von Organen, sie gehören also zu den Funktionen dieser Organe, und man könnte also mit derselben Berechtigung sagen, die Harnsekretion oder die Gallenbereitung sei eine durch Uebung erworbene Eigenschaft.

Eine andere Auffassung habe ich von folgendem Beispiel. Fräulein v. Chauvin[1]) führte Axolotl in Amblystoma über und fand nun, dass die von Amblystoma gezogenen Nachkommen früher und gleichmässiger aufs Land gingen als diejenigen von Axolotl gezüchteten. Es ist nun eine Beobachtungstatsache, dass, wenn man versucht, Axolotl in Amblystoma überzuführen, das durchaus nicht bei allen Tieren gelingt, ja wenn man dieselben zwingt, aufs Trockne zu gehen, geht eine Anzahl Axolotl dabei zu Grunde. Man könnte danach die Tiere in zwei Gruppen teilen, solche, die die Fähigkeit besitzen, sich in Amblystoma umzuwandeln und aufs Land zu gehen, und solche, die die Fähigkeit nicht haben. Es ist eigentlich ganz selbstverständlich, dass die ersteren diese Fähigkeit auf ihre Nachkommen übertragen und ebenso die zweiten die mangelnde Fähigkeit. Frl. v. Chauvin hat also ganz unbewusst eine Auslese getroffen und hat so eine Sonderung dieser beiden Formen von Axolotl hervorgebracht. Von einer Vererbung individuell erworbener Eigenschaften kann also auch hier wiederum nicht die Rede sein.

An dieser Stelle will ich auch die Versuche erwähnen, die neuerdings Kammerer[2]) an Alpen-Salamandern gemacht hat. Ich brauche jedoch um so weniger auf eine Widerlegung der Ansichten Kammerers einzugehen, als der Referent dieser Untersuchungen, Plate[3]), schon angeführt hat, dass er die Ausführungen des Verfassers nicht für beweiskräftig hält. „Sie lehren nur, was a priori feststand, dass latente Eigenschaften des Keimplasmas geweckt werden können und sich dann auch wieder als erblich erweisen.“ Diese Kritik Plates ist deswegen so bemerkenswert, weil er

1) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 1885.
2) Vererbung erzwungener Fortpflanzungsanpassungen.
3) Archiv f. Rassenbiologie. Bd. 5.

Digitized by Google

sonst ein Anhänger der Vererbungsmöglichkeit somatogener Eigenschaften ist.

Haacke führt als Beweis für die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften an, dass bei den Saatkrähen, die die Gewohnheit haben, hinter dem Pfluge herzulaufen und mit dem Schnabel die frisch aufgeworfenen Würmer aus der Erde zu picken, die Umgebung des Schnabels nackt ist, obwohl sie bei jungen Nesttieren befiedert ist, ebenso bei anderen verwandten Krähen dauernd, die nicht diese Eigenschaft der Saatkrähe haben. Daraus schliesst Haacke, dass es sich dabei um die Vererbung einer erworbenen Eigenschaft handelt, ein Beweis, der natürlich ebenso aussteht, wie bei allen ähnlichen Fällen, die als Beweisstücke angeführt werden. Man muss doch einsehen, dass keinerlei prinzipieller Unterschied zwischen diesen Beispielen besteht und dem Entstehen der Kletterhand bei den Affen, der Flughaut bei den Fledermäusen, der Hufbildung bei den Lauftieren usw., und dass man deswegen gar nicht genötigt wäre, einen so ungewöhnlichen Fall wie den der Saatkrähe besonders hervorzuheben und herauszusuchen. Diejenigen Saatkrähen, die um den Schnabel befiedert blieben, würden sich zweifellos in einem wesentlich schlechteren Zustand gegenüber den anderen befinden, da sich die frisch aufgeworfene Erde in den Federn festsetzen würde, dieselben verunreinigen und bald zu Krankheiten und zum Tode der Tiere führen würde. Wodurch die Nacktheit entstanden ist, die dann durch Selektion festgehalten wurde, ist nicht zu sagen, aber diese unsere Unkenntnis beweist in keiner Weise, dass es deswegen eine Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften sein muss.

Man hat auch die Gelenkbildung als eine vererbte erworbene Eigenschaft betrachtet, und zwar hat besonders Eimer[1]) diese Anschauung vertreten. Er stützt sich vorzugsweise auf die Untersuchung von Fick[2]), Roux[3]), Tornier[4]) und Worthman[5]).

1) Entstehung d. Arten. III. Teil. S. 5. Leipzig 1901.

2) Archiv f. Anat. u. Phys. 1890.

3) Biolog. Zentralblatt. 1891.

4) Morpholog. Jahrbuch. 1886. — Archiv f. Naturgeschichte. 1891. — Archiv f. Entwicklungsmechanik. Bd. I.

5) Amer. Naturalist. I. 1893.

Digitized by Google

Diese Autoren berufen sich auf die Umformung von Gelenkflächen unter den verschiedensten Bedingungen, und in Wirklichkeit hat man solche Umwandlung bei pathologischen Ereignissen vielfach beobachtet. Auch bilden sich z. B. im Anschluss an Frakturen neue Gelenke aus, die sogenannten Pseudarthrosen, und manchmal gewinnen dieselben alle Eigentümlichkeiten eines echten Gelenkes. So kann z. B. an der ersten Rippe, wenn dieselbe verkürzt ist, durch Zerrung der Scaleni eine Infraktion entstehen, die eine ausreichende Beweglichkeit der ersten Rippe herbeiführt. Es bildet sich dann schliesslich ein Gelenk aus, das nicht nur mit Knorpelflächen bedeckt ist, sondern auch eine echte Gelenkkapsel erhält. Aber es ist niemals beobachtet worden, dass ein solches Gelenk vererbbar sei. Noch niemals ist eine solche Pseudarthrose der ersten Rippe angeboren gewesen. Man sieht ferner, dass bei Exostosen, über die Muskeln hinweggleiten, sich eine knorpelige Bedeckung bildet, die vollkommen glatt ist und über der sich ein Schleimbeutel entwickelt, der das Herübergleiten der Muskeln erleichtert. Es ist das offenbar ein ganz ähnlicher Vorgang wie bei der Bildung einer Pseudarthrose nach schlecht geheilter Fraktur und an der obersten Rippe bei Stenose der oberen Brustapertur. Wir sehen auch weiter, dass bei Luxationen, z. B. bei der angeborenen Hüftgelenksluxation, oder auch bei nicht reponierten Luxationen anderer Gelenke neue Gelenksformen entstehen, die bis zu einem gewissen Grade funktionsfähig sind. Endlich können auch nach Resektionen, z. B. des Talus, neue Gelenke sich bilden wie zwischen dem Unterschenkelknochen und dem Calcaneus, die eine recht gute Funktion gestatten. Aber das alles hat mit der Vererbung gar nichts zu tun und steht in keiner Beziehung zu der Entwicklung normaler Gelenke, es müsste denn nachgewiesen sein, dass die Extremitäten der Tiere ursprünglich keine Gelenke besessen und dieselben erst in späterer Zeit erworben hätten. Davon ist aber gar nicht die Rede. Die Gelenke werden vielmehr überall mit der Entwicklung der Extremitäten sofort angelegt. An der Wirbelsäule ist die Metamerie sogar eine ausserordentlich frühe Erscheinung des Embryo und erfolgt gleichzeitig mit der Anlage der Chorda dorsalis. Sie ist sogar bei reinen Chordaten deutlich ausgebildet. Die Gelenke sind als solche nicht ur-

Digitized by Google

sprünglich somatisch erworben, nur ihre Form wird durch individuelle Anpassung modifiziert, in gleicher Weise wie die feinere Struktur des Knochens.

Auch das leichte Abbrechen der Extremitäten bei gewissen Insekten und Krustern an vorbestimmten Stellen, sowie der Schwänze bei den australischen Gekonen ist als Beweis für die Vererbung individuell erworbener Eigenschaften angeführt worden. Weismann, der sich speziell mit dieser Frage beschäftigt hat, sieht gerade darin eine durch Selektion erworbene Eigenschaft. Aber gerade dadurch, dass er dieses leichte Abbrechen als eine überaus zweckmässige, durch Anpassung erworbene Eigenschaft hinstellt, ist man wohl besonders auf die Idee gekommen, sie als die Vererbung einer somatisch erworbenen Abänderung anzusehen, freilich ohne einen positiven Beweis dafür anführen zu können. Zweifellos muss man auch hier der Selektion eine viel grössere Rolle beimessen. Es ist ja bekannt, dass auch höhere Tiere, wenn sie in die gleiche Lage kommen wie die angeführten, ihre Extremitäten verlieren können. Bei dem Fangen von Säugetieren in Fallen ist gar nicht selten beobachtet worden, dass dieselben, z. B. Füchse, Hasen, Ratten usw., sich mit Gewalt losreissen und die in der Falle gefangenen Extremitäten dabei zurücklassen. Ja, es wird sogar erzählt, dass manche Tiere ihre eigenen Extremitäten abbissen, und Fälle von Selbstverstümmelung, durch diese und durch andere Ursachen veranlasst, sind in grosser Zahl gesammelt worden. Es ist ganz zweifellos, dass, wenn die Säugetiere, die ihre Extremitäten nicht regenerieren können, ebenso häufig in die Lage kämen wie die genannten niederen Tiere, an den Extremitäten festgehalten zu werden, sie bald ausgerottet wären. Die Fähigkeit der Regeneration steht also tatsächlich, wie es Weismann sagt, in einem Zusammenhang mit der Existenzfähigkeit der Tiere. Bei Tieren mit langen Extremitäten wie die Heuschrecken, oder mit langen Schwänzen wie die Eidechsen, ist ja die Gefahr, von Feinden an diesen Stellen ergriffen zu werden, eine überaus grosse, und infolgedessen erscheint die Regenerationsfähigkeit als eine Lebensbedingung für diese Tiere. Aber die Regenerationsfähigkeit ist nicht etwa die Folge des häufigen Abreissens der Extremitäten, sondern die Existenz solcher Tiere, dass

Digitized by Google

es überhaupt solche gibt, ist auf die Regenerationsfähigkeit zurückzuführen, denn sonst wären sie eben längst ausgerottet. Dass sich diejenigen Tiere wiederum in einem Vorteil befinden, bei denen die Stellen für das Abbrechen der Extremitäten schon als besonders dünn vorbezeichnet sind, ist ohne weiteres einleuchtend, besonders wenn diese Stellen mit dem Ort der besten Regeneration zusammenfallen. Die Existenz dieser Tiere ist also wiederum die Folge dieser Einrichtung und nicht die Einrichtung die Folge der Existenz.

Nach allen diesen Betrachtungen sind noch zwei bemerkenswerte Beobachtungen übrig geblieben, die von fast allen Autoren diskutiert werden, die sich mit diesen Fragen beschäftigt haben. Das sind nämlich einmal die Versuche Cunninghams an Plattfischen und zweitens die bekannten Versuche von Standfuss, Fischer und Dorfmeister an Schmetterlingen.

Cunningham zeigte, dass Plattfische, die ihr pelagisches Larvenstadium eben aufgegeben haben und zu Bodentieren geworden sind, wenn sie von unten beleuchtet werden, sie trotzdem das Larvenpigment zunächst verlieren, es aber später von neuem erhalten. Plate sagt, dass man daraus nur den einen Schluss ziehen könne, den der englische Forscher auch daraus gezogen hat, dass das Leben am Boden ursprünglich die Rückbildung des Larvenpigmentes bewirkte und dass diese somatische Eigenschaft erblich gewesen ist[1]). Kassowitz verwendet diese Beobachtung zu einer gleichen Schlussfolgerung. Offenbar ist jedoch diese Deutung eine unrichtige, denn nicht der Verlust des Pigmentes ist das Massgebende, sondern die Erlangung des Pigmentes. Die Tiere würden, wenn sie vollkommen im Dunkeln gezogen würden, unpigmentiert sein. Das Pigment wird durch die Beleuchtung hervorgebracht und ist also eine individuell erworbene Eigenschaft, deren Fähigkeit natürlich angeboren ist. Führt das Tier sein pelagisches Leben, d. h. ist es gleichmässig von allen Seiten beleuchtet, so ist es auch gleichmässig pigmentiert. lebt es am Boden, wo nur die Oberfläche beleuchtet wird, so geht das Pigment verloren. Dasselbe geschieht am Boden

1) Darwinismus contra Mutationstheorie. Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie. 1906.

Digitized by Google

trotz der Beleuchtung im Anfang, weil eben die Pigmentlosigkeit die erbliche Eigenschaft ist und weil die Beleuchtung eine Zeitlang einwirken muss, bevor sie Pigment erzeugt, wobei auch vielleicht der Kontakt mit dem Boden eine Rolle spielt. Allmählich aber erzeugt die Beleuchtung auch wieder das Pigment. Es handelt sich also bei der Pigmentierung nicht um eine vererbte, sondern um eine individuell erworbene Eigentümlichkeit.

Von grosser Bedeutung für die Anschauungen über die Vererbung somatischer erworbener Eigenschaften sind die Versuche, die von Dorfmeister[1]), Standfuss[2]) und Fischer[3]) angestellt wurden. Schimkewitsch[4]), der sich ebenfalls mit dieser Frage beschäftigt, sagt, nachdem er zu dem Resultat gekommen ist, dass die Vererbung individuell erworbener Eigenschaften sonst keine Beweise für sich habe: „Was die Frage von der Uebertragung der von den Eltern erworbenen Merkmale auf deren Nachkommen betrifft, so besitzen wir ja eigentlich nur die Angaben von Standfuss und Fischer bezüglich der Uebertragung von Veränderungen in der Färbung bei Schmetterlingen.“ Zunächst ist es notwendig, einmal festzustellen, was übrigens auch von anderen Autoren, z. B. von Przibram[5]) geschehen ist, ohne dass dieselben damit wesentliche Beachtung gefunden hätten, dass diese Versuche durchaus nicht so glatt verlaufen sind, wie gemeinhin angenommen wird. Es wird nämlich gewöhnlich so geschildert, als ob der Einfluss von Wärme und Kälte auf die Raupen und Puppen die Farbe der Flügel der Schmetterlinge ohne weiteres verändere und diese Farbenänderung sich dann auf die Nachkommen vererbe. Das ist keineswegs der Fall, vielmehr ist die Beeinflussung in manchen Fällen eine recht geringe und nur an einer gewissen Zahl bemerkbar.

1) Ueber den Einfluss der Temperatur bei der Erscheinung der Schmetterlingsvarietäten. Berlin 1880.

2) Handbuch für Sammler. Guben 1891. — Handbuch der paläarktischen Grossschmetterlinge. 2. Aufl. Jena 1896. — Experimentell-zoologische Studien an Lepidopteren. Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Gesellsch. 36. Bd. 1898.

3) Transmutation der Schmetterlinge. Berlin 1895. Neue experimentelle Untersuchungen usw. Berlin 1896.

4) Biolog. Zentralbl. 1906. S. 109.

5) Einleitung in die Morphologie der Tiere. Leipzig 1905.

Digitized by Google

Die Männchen zeigten dabei eine stärkere Abweichung als die Weibchen, und es ist daraus auch gleich wieder ein Gesetz, nämlich dasjenige der männlichen Präponderanz abgeleitet worden[1]. Von den Nachkommen dieser Tiere, die von besonders stark veränderten gezüchtet worden waren, zeigte auch wieder nur ein geringer Teil und zwar nicht einmal sehr deutliche Farbenveränderungen. Nun ist aber weiter zu bemerken, dass die betreffenden Autoren nicht, wie man denken sollte, die Flügel der Schmetterlinge beeinflusst und darnach veränderte Nachkommen erzeugt hätten, sondern sie haben die Puppen von solchen Schmetterlingsarten beeinflusst, die auch unter natürlichen Verhältnissen dieselben Variationen darbieten, bei denen sich also die Farbe der Flügel offenbar auf ererbter Basis in einem äusserst labilen Gleichgewicht befand. Wäre die Farbe der Flügel nicht in diesem labilen Gleichgewicht, so würde die Erwärmung oder die Abkühlung keinerlei Einfluss auf dieselben haben. Die genannten Untersucher haben also nicht die Absicht haben können, die Farbe der Flügel zu ändern in irgend einem beliebigen von ihnen aber vorher festgesetzten Sinne, sondern sie haben dazu Arten gewählt, deren Variabilität ihnen bereits bekannt war und von denen sie also wussten, dass sie es mit solchen schwankenden Zuständen zu tun hatten. Vorherbestimmen freilich liess sich das aber in keiner Weise, sondern das Experiment hätte vielleicht auch zeigen können, dass die Erwärmung oder Abkühlung die Form der Zunge, der

1) Das Gesetz von der Präponderanz hat man auch aus anderen Beobachtungen schliessen zu müssen geglaubt. So gibt z. B. Eimer (Entstehung der Arten. I. Teil. Jena 1888) an, dass die älteren Männchen zuerst die neuen Eigenschaften haben und diese Neubildung der Eigenschaften am Körper in bestimmter Richtung wesentlich von hinten nach vorn geschieht. An einer anderen Stelle (S. 44) führt er als Beispiel die Vererbung der grossen Unterlippe bei den Habsburgern an. Die Habsburger starben aber mit Karl IV. im Mannesstamm aus und an seine Stelle trat durch Verheiratung des Franz von Lothringen mit der Habsburgerin Maria Theresia der lothringische Stamm. Auch in diesem wurde bei den männlichen Nachkommen die grosse Unterlippe bis auf den heutigen Tag weiter vererbt. Sie wurde durch die Frau vererbt, und damit ist der Begriff der männlichen Präponderanz sicher durchbrochen. Ich bin der Ansicht, dass die ganze Idee der männlichen Präponderanz einer erneuten Revision dringend bedarf.

Digitized by Google

Extremitäten, der Augen, des Körpers beeinflusst hätten, falls sich diese in einem gleichen labilen Zustande befunden hätten. Bei diesen bestand jedoch eine grosse erbliche Konstanz, während bei den Flügeln das nicht der Fall war. Infolgedessen wirkte die Erwärmung oder die Abkühlung ausschliesslich auf die Farbe der Flügel, nicht aber etwa deswegen, weil die Flügel allein abgekühlt oder erwärmt wurden, sondern das ganze Individuum wurde abgekühlt, natürlich auch die Geschlechtszellen, und es konnte dadurch sehr wohl in denselben eine Veränderung hervorgerufen werden in dem tatsächlich stattfindenden Sinne. Es ist ganz unerfindlich, wieso einige Autoren sich gegen die Bedeutung der Beeinflussung der Geschlechtszellen durch Erwärmung oder Abkühlung wenden und eine solche Auffassung für unstatthaft halten. An den Tatsachen, dass sich bei der Erwärmung oder Abkühlung die Geschlechtszellen unter denselben Bedingungen wie die Flügelanlagen befinden, kann unmöglich gezweifelt werden, und es erscheint also als eine ganz einseitige und auf einer vorgefassten Meinung basierende Auffassung, wenn man die Einwirkung auf die Flügelanlage zulässt, dagegen auf die Geschlechtszellen nicht.

Fischer selbst hat seine Versuche garnicht in dem Sinne gedeutet, wie es nachher geschehen ist, sondern er schliesst sich unter Zurückweisung der Lamarckschen Theorie vollkommen der Weismannschen an. Uebrigens liegen ähnliche Beobachtungen wie bei den Schmetterlingen, deren veränderte Farbenreaktion ja auch unter natürlichen Bedingungen vorkommt, auch von höheren Tieren vor. So gibt es eine dunklere Form der Mönchsgrasmücke, die nur in wärmeren Gegenden vorkommen soll und von der nach Simroths Angaben[1]) nur je ein Stück auf ein Gelege kommt. Ferner gibt es eine schwarze Varietät des Hamsters, von der Simroth sagt, dass die maximale Steigerung der Schwarzfärbung in einer der wärmsten Partien Mitteldeutschlands auftrat und mit der Periode eines aussergewöhnlich heissen Sommers zusammenfiel.

Lotsy[2]) vertritt von den neueren Autoren ganz besonders das Prinzip der Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften und

1) Biolog. Zentralblatt. Bd. 26. S. 11 u. 12.
2) Vorlesungen über Deszendenztheorien. Jena 1906.

Digitized by Google

bereichert uns mit einer ganzen Reihe neuer Ausdrücke. Er nennt die normale Form eines Individuums Biaiomorphos und die Veränderung derselben durch morphogene Reize Biaiometamorphose. Er wirft die Frage auf, ob solche vererbt werden könne, und beantwortet dieselbe: „Rezente Untersuchungen sowohl botanischer, wie zoologischer Art zwingen uns, meiner Ueberzeugung nach, wenigstens in gewissen Fällen die Frage bejahend zu beantworten". Es folgt dann eine Besprechung der Versuche von Fischer und Standfuss, und er wendet sich gegen Weismann, der dies nicht als Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften betrachtet, sondern als eine Einwirkung auf das Keimplasma. Als Grund führt Lotsy dafür an, dass er nicht imstande sei, einen prinzipiellen Unterschied zwischen Keimplasma und Somaplasma zu machen. Nachdem in früheren Kapiteln hierauf schon eingegangen war, will ich hier nur bemerken, dass eine solche Identifizierung des Keimplasmas und des Somaplasmus nur einem Botaniker in den Sinn kommen könnte, wenn er die Ergebnisse der zoologischen Biologie nicht ins Auge fasst. Lotsy führt dann weiter die bekannten Untersuchungen von Engelmann und Gaidukow an über die Veränderung der Farbe von Algen im Licht, und diejenigen von Wettstein an Ricinus, die nicht wegen der Winterkälte absterben, sondern weil sie unter der Einwirkung anderer Verhältnisse zu einjährigen Pflanzen geworden sind. Nach Hansen geht die Sporenbildung gewisser Saccharomycesarten durch Kulturen bei abnorm hoher Temperatur verloren. Das alles bezeichnet Lotsy als Biaiometamorphose, die vererbt werde, sicher mit Unrecht, denn die Versuche von Engelmann und Gaidukow fallen in das Gebiet der Persistenzerscheinungen, von deren Deutung schon vorhin die Rede war. Die Angaben von Wettstein über Ricinus bedeuten eine Akklimatisation unter Einwirkung auf die Geschlechtsorgane. Der Verlust der Sporenbildung bei Saccharomyces deutet auf einen komplizierteren biologischen Vorgang hin, wie er sich bei vielen anderen Pflanzen und Tieren findet, so z. B. auch bei gewissen Algen und besonders bei der Bildung von Sommer- und Wintereiern bei Krustaceen und Insekten. Lotsy führt dann weiter eine interessante Beobachtung von Kleebahn an, der gefunden hatte, dass, wenn man mehrere Jahre hindurch Puccinia Smilacearum-

Digitized by Google

Digraphidis auf Polygonatum multiflorum als Aecidienwirt kultiviert, das Infektionsvermögen des Pilzes gegen Convallaria, Majanthemum und Paris erheblich geschwächt ist. Auch hier handelt es sich um eine deutliche Akklimatisation mit Persistenz in dem früher erwähnten Sinne. Ebenso betrachtet Lotsy folgendes als eine erblich gewordene erworbene Eigenschaft. Die Abflachung der Lichtwurzeln mancher Orchideen verschwindet, wenn die Wurzeln im Finstern gezogen werden. Bei anderen Orchideenarten aber bleiben sie platt auch bei Lichtabschluss. Es zeigt das nur, dass die Abflachung der Lichtwurzeln bei einzelnen Orchideen eine variabele, bei anderen eine fixierte Eigenschaft darstellt. Einen anderen Beweis vermag ich dieser Tatsache nicht zu entnehmen.

Man sieht also, dass alle diese Beispiele vollständig den Dienst versagen, wenn man sie genauer analysiert. Und so glaube ich, kann man nun zu dem Resultat gekommen sein, dass es bisher nicht ein einziges Beispiel gibt, das mit Sicherheit die Vererbung somatisch erworbener Veränderungen aufweist.

Eine ganz andere Frage ist es natürlich, ob erworbene Eigenschaften überhaupt vererbt werden können als solche, oder ob es überhaupt erbliche Eigenschaften gibt, die ursprünglich nicht vorhanden waren, aber durch äussere Einflüsse erst erzeugt wurden. Diese Frage wird, so viel ich sehe, allgemein bejaht, und auch Weismann ist durchaus dieser Ansicht, der ja gerade zu diesem Zweck ebenso wie viele andere Autoren besondere Theorien ersonnen hat, um die Vererbung solcher durch äussere Einflüsse erworbenen Eigenschaften zu erklären, d. h. mit anderen Worten, um zu erklären, wie es möglich sei, dass die äusseren Bedingungen modifizierend und verändernd auf die Rassen und Arten einwirken können. Man hat je nach den Anschauungen der Zeit verschiedene Vorstellungen sich darüber gemacht, und es ist eigentlich ganz gleichgiltig, ob sich diese in dem einen oder andern Ausdruck verkörpern, z. B. in Darwins Pangene, in Spencers physiologischen Einheiten, in Haeckels Plastidule, in Weismanns Idanten, in Nägelis Micellen, in Haackes Gemmarien, in Herings Mneme, in Semons Engrammen, in Hatscheks Ergatülen. Alle diese Begriffe, so verschieden sie an und für sich sind, sollen alle

Digitized by Google

denselben Zweck dienen, nämlich die Träger der durch äussere Einwirkung entstandenen Veränderung darzustellen, die die Vererbung dieser veränderten Eigenschaften vermitteln. Wie man nun auch diese Dinge betrachten mag, so können sie nichts anderes bedeuten als ein Bild, unter dem man sich diese Einwirkung vorstellen kann. Solche Bilder sind Vergleiche, und niemand darf sich vorstellen, dass sich die Vorgänge so verhalten, sondern höchstens, dass sie sich so verhalten könnten. Dass Pangene, physiologische Einheiten, Gemmarien, Idanten usw. wirklich existieren, ist mit ziemlicher Sicherheit auszuschliessen.

Nun kann man das Eine feststellen. Wenn durch Veränderung eines oder zahlreicher Individuen eine neue Art entsteht, so geschieht das nicht in der Weise, dass sich diese Individuen selbst umwandeln, sondern dass ihre Nachkommen von ihnen abweichen. Der Ausdruck, wie er hier mit Absicht gewählt wurde und wie es auch der übliche ist, nämlich eine Art wandelt sich in eine andere um, ist ja auch nur ein Bild, indem wir uns die Art dort gewissermassen als ein aus der Beobachtung zahlreicher Einzelindividuen konstruiertes Phantom vorstellen. Wenn wir die Vorstellung gewonnen haben, dass sich das Pferd aus dem Hipparion entwickelt hat, so ist das nicht so geschehen, dass ein Hipparion zum Pferde wurde, dessen Nachkommen dann Pferde blieben, sondern die Nachkommen eines Hipparion waren Pferde. Die Umwandlung ist stets nur zu denken durch Vermittlung der Geschlechtszellen. Darüber kann kein Zweifel bestehen und besteht wohl auch tatsächlich nicht, obwohl die Ausdrucksweise sämtlicher Autoren durchweg eine andere ist, dass derjenige, der diese Dinge nicht einmal wirklich durchdacht hat, leicht zu der Ueberzeugung kommen könnte, es fände wirklich eine Umwandlung der Individuen statt.

Es scheint, als ob einzelne Autoren durch den fortwährenden Gebrauch der Formel „Umwandlung der Art" den wirklichen Sachverhalt fast vergessen haben, ja einige lassen ausdrücklich eine andere Art des Geschehens zu. So sagt Simroth[1]: „Der Umstand, dass benachbarte Arten bei vielen Tiergruppen nicht

1) Entstehung der Landtiere. 1901. S. 153.

Digitized by Google

durch eine verschwimmende Reihe von Varietäten miteinander verbunden sind, sondern gewissermassen sprungweise, wenn auch in kleinen Intervallen, aneinander sich anreihen, kann auf der einen Seite, die die Deszendenztheorie meist annimmt und verschiedentlich zu begründen versucht hat, auf dem Aussterben der Zwischenformen beruhen, es kann auf der andern aber ebenso gut dadurch erklärt werden, dass die Artbildung nicht von erwachsenen, sondern von jugendlichen Individuen, welche durch irgendwelche Isolierung oder Verschleppung (meist eines trächtigen Muttertieres) neuen Verhältnissen unterworfen werden, ausging." Mir scheint das ganz unverständlich, wie alte Tiere so variieren sollen, dass sie sich in eine andere Art umwandeln, oder auch wie junge Tiere das machen sollen. Die Umwandlung kann tatsächlich nur so geschehen, dass die Geschlechtszellen beeinflusst werden, und dahin laufen ja auch alle aufgestellten Hypothesen hinaus, die diese Beeinflussung erklären wollen, von Darwins Pangenesis an bis in die neueste Zeit hinein. Wenn also erworbene Eigenschaften vererbt werden sollen, so ist es notwendig, wie es ja auch allgemein anerkannt wird, dass die äusseren Einwirkungen auf das Keimplasma sich erstrecken müssen und dass es nicht genügt, dass diese äusseren Einwirkungen irgend welche lokalen somatischen Veränderungen hervorbringen. Rabl stellte sich eine chemische Reizleitung vom Soma zu den Genitalzellen vor und ebenso Hatschek.

Plate[1]) schliesst sich dieser Anschauung nicht an. Aber er drückt ausdrücklich aus, dass das „Wie" der Uebertragung erworbener Eigenschaften uns durchaus unverständlich ist. Indessen kommt Plate immer wieder auf den Erklärungsversuch, dass ganz bestimmte Teile des Somas mit ganz bestimmten Teilen des Keimplasmas in spezifischer Beziehung stehen müssten, indem er die Vermutung ausspricht, dass identische Determinanten an der Peripherie des Körpers und im Innern der Keimzellen gleichsinnig verändert werden können. Ganz besonders wird er in dieser Anschauung bestärkt durch die vorher ausführlich angeführten Kälteeinwirkungen auf die Schmetterlingspuppen, die er, wie auch

1) Hatscheks neue Vererbungshypothese. Biolog. Zentralbl. Bd. 26.

Digitized by Google

andere als das einzig sicher konstatierte Beispiel einer Vererbung einer experimentell erworbenen Eigenschaft anführt. Und zwar handelt es sich, wie er sagt, dabei zweifellos nicht „um eine chemische, sondern um eine physikalische Reizleitung von der Peripherie des Körpers bis zu den Keimdrüsen, und wenn eine solche für Kälte möglich ist, so ist nicht einzusehen, warum Wärme, Licht und mechanische Reize der verschiedensten Art nicht unter Umständen ebenfalls bei den somatischen und den germinativen Determinanten adäquate Veränderungen bewirken können". Zweifellos handelt es sich ja bei den Fischerschen Schmetterlingsversuchen, wie Plate sagt, um die Vererbung einer experimentell erworbenen Eigenschaft, aber nichts deutet, was vorher ausführlich auseinandergesetzt wurde, darauf hin, dass die Kälte ausschliesslich die Flügel der Schmetterlinge trifft und verändert und von hier aus nun ein besonderer Konnex mit denjenigen Teilen der Keimdrüsen bestände, die die zukünftigen Flügel repräsentieren, sondern die Kälte beeinflusst zweifellos, wie das vorher auseinandergesetzt wurde, gleichzeitig die Keimdrüsen selbst und muss, um hier das nochmals zu wiederholen, da überhaupt eine Aenderung möglich war, die labilen Teile getroffen haben, d. h. die „Determinanten" für die Flügel. Wären noch andere labile Teile dort vorhanden, so würden auch diese durch die Einwirkung getroffen und verändert worden sein.

Schon früher hat sich Plate ja vielfach im ähnlichen Sinne geäussert, wenn er z. B. in seinem „Selektionsprinzip. 1903. S. 76" sagt: „Der Gegensatz der Meinungen läuft darauf hinaus, welchen Wirkungskreis man der Selektion zugestehen will. Direkt beweisen lässt sich zurzeit weder, dass Gebrauchswirkungen im Laufe der Generationen erblich werden, noch dass dies unmöglich ist. Eine Entscheidung in dieser Streitfrage ist demnach gegenwärtig nicht möglich, sondern sie bleibt Sache der Ueberzeugung. Ich persönlich glaube, dass somatogene Eigenschaften erblich sein können." Ich meine, dass die Fragestellung verkehrt ist. Man wird allerdings nicht widerlegen können, dass einmal irgendwo eine somatisch erworbene Eigenschaft tatsächlich erblich gewesen ist. Alle bisher beigebrachten Beweise dafür erscheinen indessen hinfällig. Plate fährt S. 78 fort: Erstens ist es nicht richtig, wenn immer

Digitized by Google

wieder behauptet wird, man könne sich nicht vorstellen, wie eine Eigenschaft des Soma auf das Keimplasma der Genitalzellen übertragen werden könne." Ich meine, es kommt nicht darauf an, dass man sich das vorstellen kann oder nicht, sondern es muss bewiesen werden, dass man sich das vorstellen muss, und gerade dieser Beweis ist bisher noch immer nicht erbracht, sondern es ist immer nur behauptet worden, dass man sich das logischer Weise vorstellen könne. Wie häufig die noch so strenge Logik der Philosophen durch die Natur Lügen gestraft wurde, dafür ist die ganze Geschichte der Naturphilosophie eine Kette von Beweisen. Plate sagt weiter: „Nach der zweiten Annahme stellt also das gesamte Keimplasma ein Netzwerk dar, dessen Knotenpunkte in den Kernen der verschiedenen Zellen liegen." Das ist offenbar wieder nur ein Bild. Das Netzwerk existiert nicht wirklich, wie man es sich nach diesem Bilde leicht vorstellen könnte, und das Keimplasma durch den ganzen Körper sich gleichmässig verbreitet zu denken, geht doch nur, wie früher auseinandergesetzt wurde, für die Pflanzen und für eine geringere Zahl niederer Metazoen an, sicherlich aber nicht für die grosse Mehrzahl mehrzelliger Lebewesen. Die Schwierigkeiten, in die Plate durch diese Betrachtungen verfällt, zeigen sich denn auch darin, dass er den Boden des Realen vollständig verlässt: „Eine somatische Erwerbung ruft daher, wenn sie durch einen hinreichend starken und andauernden Reiz hervorgerufen wird, eine gleichsinnige Veränderung des genitalen Keimplasmas hervor, wenngleich natürlich diese Veränderung um so schwächer ausfallen wird, je weniger direkte Leitungsbahnen zwischen dem betreffenden peripheren und genitalen Keimplasma existieren. Dauert aber der Reiz auf das Soma durch Generationen an, so muss schliesslich die Veränderung im genitalen Keimplasma denselben Grad erreichen, wie er an der Peripherie schon früher erreicht wurde" usw. Er spricht dann später von eigenartigen Schwingungen, die den Reiz, der an einer Stelle auf das somatische Keimplasma ausgeübt wird, bis zu den Genitalzellen weiter leiten, und weiter erinnert er an die Persistenzerscheinungen, um zu beweisen, dass Generationen notwendig sind, um diese Einwirkungen auf das Keimplasma hervorzubringen. Ebenso verweist er auf die de Vriesschen Prämutationsperioden.

Digitized by Google

Man sieht ordentlich aus der ganzen Betrachtung, wie schwer es Plate wird, auf diesem Wege weiter fortzuschreiten. Aber er hat einmal die feste Ueberzeugung, dass somatisch erworbene Eigenschaften vererbt werden können. Wäre es da nicht viel einfacher, die ganze Idee der somatisch vererbbaren Eigenschaften fallen zu lassen, da auch nicht ein einziges Beweisstück für ein solches Vorkommnen besteht? Wollte man sich eine theoretische Vorstellung machen, wie es möglich wäre, dass erworbene somatische Eigenschaften vererbt werden, wie z. B. eine auch durch viele tausend Jahre einwirkende Schädigung irgend einen Körperteil verkürzen oder schwächen könne, so wäre das nur in der Weise zu denken, dass erstens in dem Ei ein Abschnitt diesem Körperteile entspricht, und zweitens, dass dieser Abschnitt des Eies mit dem betreffenden Körperteil in einer direkten gesonderten Verbindung steht. Während das erste nach den gemachten Beobachtungen sehr wohl möglich ist, ja es sogar als gesichert erscheint, dass die einzelnen Abschnitte der Eier ganz bestimmten späteren Körperteilen und Organen entsprechen, so würde das zweite einen so komplizierten Mechanismus voraussetzen, dass es gar nicht auszudenken ist. Und wenn es Haacke als ein logisches Postulat fordert, dass individuell erworbene somatische Eigenschaften vererbbar seien, so muss ich dem gerade die umgekehrte Ansicht entgegensetzen. Eine solche Kompliziertheit des Organismus ist gar nicht zu denken, selbst wenn man die grössten Konzessionen an die Kompliziertheit der Zusammensetzung des Organismus macht. Es erscheint mir viel eher als logisches Postulat, dass somatisch erworbene Eigenschaften als solche nicht erblich sind. Es müsste in der Tat eine äussere Veränderung, wenn sie vererbbar sein sollte, immer gerade denjenigen Teil des Eies treffen und zwar ausschliesslich, der dem veränderten Teil des Körpers entspricht, d. h. der bei der Entwicklung des Eies wieder zu diesem Körperteil werden würde. Nun haben wir gesehen, dass gewisse Beziehungen bestehen zwischen den Geschlechtszellen und den einzelnen Körperteilen. Es sind das die ausführlich beschriebenen altruistischen Beziehungen. Aber diese sind niemals ausschliesslich auf eine bestimmte Stelle des Körpers gerichtet, wenn sie sich auch manchmal an der einen oder an der andern Stelle

Digitized by Google

besonders deutlich ausprägen. Umgekehrt besteht auch ein altruistischer Zusammenhang zwischen den Körperzellen und den Geschlechtszellen. Dass solche Beziehungen tatsächlich vorhanden sind, geht daraus hervor, dass die Geschlechtszellen im vielzelligen Körper ursprünglich Körperzellen sind und erst durch die Entdifferenzierung zu selbständigen Eizellen werden. Diese Beziehungen sind aber niemals so, wie es vorausgesetzt werden müsste, wenn individuell erworbene Eigenschaften erblich wären, sondern sie sind viel allgemeinerer Natur. Dass die Geschlechtszellen nicht so leicht zu beeinflussen sind durch äussere Einwirkungen, geht aus der Konstanz der Vererbung hervor. Aber zahlreiche Versuche und ganz besonders die oben angeführten an Schmetterlingen zeigen, dass diejenigen Abschnitte der Eier, die sich in einem labilen Gleichgewicht befinden, beeinflusst werden können, aber auch das nur durch ganz bestimmte Umstände, die je nach der Art sehr verschieden sind. So würden andere Einwirkungen bei diesen Schmetterlingen als diejenigen durch Erwärmung oder Abkühlung vielleicht nicht den gewünschten Erfolg haben, die Farbe der Flügel zu verändern, während bei anderen Tieren wiederum die Erwärmung oder Abkühlung ohne Erfolg ist, dagegen unter Umständen z. B. die Veränderung der Ernährung.

Mehrere Autoren sind ja auch mit Recht der Ueberzeugung, dass die Keimzellen in vielen Fällen beeinflusst werden können, selbst wenn sie im Innern des Körpers gelegen sind. So sagt z. B. schon Darwin[1]): „Ich habe im ersten Kapitel die Bemerkung gemacht, dass das reproduktive System für Veränderungen in den äusseren Lebensbedingungen äusserst empfindlich ist; daher ich dessen funktionellen Störungen in den Eltern hauptsächlich die veränderliche oder bildsame Beschaffenheit ihrer Nachkommenschaft zuschreibe.“ An anderer Stelle[2]) sagt er: „Doch bin ich sehr zu vermuten geneigt, dass die häufigsten Ursachen zur Abänderung in Einflüssen zu suchen seien, welche das männliche oder weibliche reproduktive Element schon vor dem Akte der Befruchtung erfahren hat.“ Und[3]): „Diese Bemerkungen beziehen sich übrigens

1) Entstehung der Arten. S. 158.
2) e. d. S. 48.
3) Entstehung der Arten. S. 24.

Digitized by Google

auf das erste Sichtbarwerden der Eigentümlichkeit und nicht auf ihre erste Veranlassung, die vielleicht schon in dem männlichen und weiblichen Zeugungsstoff liegen kann." Und weiter[1]): „Ich habe schon mehrmals angeführt, dass ich eine grosse Menge von Tatsachen gesammelt habe, welche zeigen, dass, wenn Pflanzen und Tiere aus ihren natürlichen Verhältnissen gerissen werden, es vorzugsweise die Fortpflanzungsorgane sind, welche dabei angegriffen werden. Dies ist in der Tat die grosse Schranke für die Zähmung der Tiere."

Auch Eimer[2]) äussert sich in diesem Sinne, dass das Keimplasma seiner Ansicht nach unmöglich unberührt bleiben könne von den Einflüssen, welche während des Lebens auf den Organismus als Ganzes einwirken. Ein solches Unberührtbleiben erschiene als ein physiologisches Wunder. Und S. 186 sagt er: „Auch der Keim kann Eigenschaften erwerben und vererben, er wird sogar stets von dem Zustand des Körpers beeinflusst." In diesem Punkte berühren sich die Autoren zweifellos unmittelbar mit ihren Gegnern, und Weismann hat ja gerade auf dieser Veränderung des Keimplasmas seine sämtlichen Vererbungstheorien aufgebaut. Wenn aber Eimer auf S. 135 sagt: „Es brauchte nur einfacher Veränderungen äusserer Verhältnisse oder z. B. korrelativ entstandener Umänderungen der Geschlechtsprodukte, um durchaus getrennte Arten aus solchen Abarten zu machen oder die eine derselben auszulöschen," so befindet er sich hier wieder auf rein spekulativem Boden. Eimer sagt dann speziell im Anschluss an die Entstehung der Variationen durch äussere Einflüsse, es sei ganz gewiss, dass wenn nur eine Kleinigkeit hinzukomme, dann eine neue Art entstehen müsse. Gerade diese Kleinigkeit, das ist es aber, an der es so sehr fehlt, dass sie uns geradezu als das Hauptmoment der ganzen Frage erscheint, und es erinnert mich das lebhaft an einen Uhrmacher, der das Perpetuum mobile erfunden haben wollte, und es mit dem Bemerken erklärte, dass ihm jetzt nur noch ein ganz kleines Häkchen fehle, das sich stets auf und ab bewege.

Wenn es also auf der einen Seite durchaus notwendig er-

1) e. d. S. 293.

2) Entstehung der Arten. I. T. Jena 1888. S. 15.

Digitized by Google

scheint, dass, um eine Art zu verändern, ein bestimmter Einfluss auf die Geschlechtszellen ausgeübt werden muss, so erscheint es auf der anderen Seite ausgeschlossen, dass es dazu genügt, dass dieser Einfluss ein solcher sei, der den bestimmten Körperteil trifft, den der Experimentator zu ändern wünscht, wie sich überhaupt herausgestellt hat, dass durch Experimente sich nicht irgend eine beliebig ausgeklügelte Veränderung erzielen lässt, sondern immer nur diejenige Veränderung, die bereits durch ihre Labilität in der Eizelle sich als dazu geeignet erweist. Man ist deswegen auch niemals imstande, eine einzelne Aenderung hervorzubringen. Auch Züchter können das nicht, sondern immer bewirkt eine Veränderung altruistische Nebenprodukte, die der Experimentator garnicht in der Hand hat, die sich vielmehr dann zufällig ergeben und in ihren Konsequenzen von vornherein garnicht zu übersehen sind.

Wenn ich einer Katze den Schwanz abschneide, so kann ich dadurch die altruistischen Veränderungen an den Geschlechtszellen nicht miterzeugen, die notwendig wären, um an dem Keimplasma einen bemerkbaren Einfluss auszuüben. Weisse Katzen mit blauen Augen sind taub, wie schon Darwin festgestellt hat. Es würde also nicht genügen, wenn ich eine Katze taub mache, sondern ich müsste auch imstande sein, ihr die blauen Augen, die weisse Farbe und schliesslich auch noch viele andere feinere Veränderungen beizubringen, um imstande zu sein, das Keimplasma in der Weise zu verändern, um die Nachkommen einer gewöhnlichen Katze zu weissen, tauben, mit blauen Augen zu entwickeln.

Wo nun die Einwirkungen durch die äusseren Umstände auf das Individuum so beschaffen sind, dass sie einzelne Teile der Eizelle treffen können, sei es direkt oder indirekt, und wo sich diese Teile in einem so labilen Gleichgewicht befinden, dass sie auf diese Einwirkungen auch mit einer Aenderung reagieren, da wird die Aenderung auch tatsächlich eintreten. Es versteht sich, dass bei einem vielzelligen Wesen, bei dem das Keimplasma auf die Eizellen beschränkt ist, d. h. wo sich nur aus diesen Eizellen ein neues Individuum entwickeln kann und wo diese Eizellen im Innern des Körpers eingeschlossen sind, solche verändernden Einflüsse nicht leicht zur Geltung kommen, und wenn sie es tun, nur auf altruistischem Wege, so lange die Eizelle noch somatische Zelle

Digitized by Google

ist, vor ihrer endgültigen Reife. Ganz anders ist es bei einzelligen Wesen. Bei diesen können äussere Einflüsse unmittelbar auf die Gestaltung der Nachkommen einwirken, sowie die die Nachkommenschaft erzeugenden Substanzen sich in einem genügend labilen Zustande befinden. Es würde sich dabei nur darum handeln, diejenigen Bedingungen zu finden, die eine solche Einwirkung auch tatsächlich ausüben, denn dass das nicht immer gerade diejenigen sind, die wir uns ausdenken, Wärme, Kälte, Beleuchtung, Feuchtigkeit, Austrocknung usw., das ist wohl ohne weiteres klar. Wiederum anders ist es bei Pflanzen oder bei gewissen niederen Tieren, bei denen das Keimplasma nicht an bestimmte Zellen gebunden zu sein braucht, sondern eine mehr diffuse Verteilung im Körper hat, so dass an allen Stellen Keimplasma sich befindet. Daher ist es in der Tat möglich, gerade bei Pflanzen die verschiedenartigsten Modifikationen zu erzeugen, die an Tieren im gleichen Masse nicht erreicht werden. Dadurch kann man z. B. durch Pfropfung einer Art auf die andere Modifikationen in der Erscheinung erzeugen, wobei eine Vermischung der Plasmen zu denken ist, die an die Xenien erinnernde Zustände erzeugt. Und daher kommt es auch zweifellos, dass wir bei Pflanzen viel mehr die Zustände der Persistenz erkennen als bei Tieren. Doch soll besonders hervorgehoben werden, dass nicht etwa in dieser Persistenz eine Vererbung erworbener Eigenschaften gesehen werden kann, sondern, wie vorher schon auseinandergesetzt wurde, ein prinzipiell ganz anderer Zustand.

Digitized by Google

9. Kapitel.

Funktionelle Anpassungen.

Es ist in dem Kapitel über die Vererbung erworbener Eigenschaften sehr häufig von der funktionellen Anpassung die Rede gewesen, und es hat sich dabei die Wichtigkeit dieses Vorganges für die dort angestellten Betrachtungen in hohem Masse ergeben. Nun ist darüber so vielfach diskutiert und geschrieben worden, dass es wohl allgemein bekannt sein dürfte, was unter funktioneller Anpassung zu verstehen ist, und es liegt mir fern, hier noch einmal ausführlich diese ganze Lehre entwickeln zu wollen. Nur soweit muss ich im Zusammenhang darauf eingehen, als es die vorliegenden Betrachtungen erheischen, um auch speziell auseinanderzusetzen, wie es gedacht werden muss, dass funktionelle Anpassungen auf erbliche Eigenschaften einen Einfluss gewinnen können.

Bei den älteren Schriftstellern und speziell auch bei Lamarck wurden die funktionellen Anpassungen nicht scharf getrennt von den Organisationsmerkmalen, wie das natürlich war, da man ja in jener Zeit diese Fragestellung noch nicht genauer formuliert hatte. Erst seit Virchow zuerst die Anschauungen über die Reizung und über die Reizbarkeit des tierischen Gewebes ausführte und His[1]) die Entwicklung der Gestaltung der Tiere auf grob mechanische Einwirkungen zurückzuführen suchte, konnte man an das Studium der funktionellen Anpassung näher herangehen. Nägeli unterschied bei Pflanzen die spezifischen und die morphologischen Merkmale. Wettstein wies besonders darauf hin, dass man die Organisations-

1) Unsere Körperform.

Digitized by Google

merkmale von den Anpassungsmerkmalen scharf trennen müsse. Vor allen anderen aber hat sich Roux mit diesen Fragen beschäftigt, der, wie bekannt, ein besonderes System aufgestellt und durchgearbeitet und in dem Schlagwort der Entwicklungsmechanik alles zusammengefasst hat, was in dieses Gebiet der individuellen Anpassung gehört[1]). Es ist ganz unzweifelhaft, dass man früher weit über das Ziel hinausschoss, als man glaubte, ohne weiteres alles durch die individuelle Anpassung an äussere Verhältnisse erklären zu können. Aber ich glaube, dass man in neuerer Zeit trotz der grösseren Kenntnisse, die man darüber gewonnen hat, noch nicht weit genug geht in der Beurteilung über den Wert und die Bedeutung der funktionellen Anpassung.

Es wurde schon mehrfach hervorgehoben, wie sehr äussere Einflüsse auf die Umgestaltung der Tiere einwirken können, und es wurde eine ganze Reihe von Beispielen dafür angeführt, die jeder Sachkundige unschwer beliebig vermehren kann. Von Zoologen und von Botanikern wurden diese Umwandlungen, die Tiere und Pflanzen unter veränderten Bedingungen erleiden, im ausgedehntesten Masse studiert, und man kam dabei fast jedesmal zu dem Resultat, dass, wenn diese äusseren Einwirkungen sich ändern, oder wenn es möglich war, die Tiere und Pflanzen in ihre früheren Verhältnisse zurückzuversetzen, dass dann auch wieder die durch diese besonderen Bedingungen hervorgebrachten Veränderungen verschwanden und die Tiere oder Pflanzen ihre früheren Eigenschaften wieder annahmen, manchmal unmittelbar, manchmal erst nach einigen Generationen. Manchen Autoren erscheint diese äussere Einwirkung von solcher Bedeutung, dass sie die Form der Lebewesen zum grössten Teil davon abhängig machen. Besonders weisen die Botaniker auf solche Verhältnisse hin, und so sagt Lotsy[2]): „Wir sehen also, dass die ganze Ontogenese von äusseren Reizen abhängt“ und S. 53: „Wir finden, dass die Form, welche man an einem bestimmten Individuum beobachtet, die Folge ist der äusseren Bedingungen, welche auf dieses Individuum während seiner

1) Abhandlungen über Entwicklungsmechanik. Leipzig 1895. u. zahlreiche Einzelartikel in seinem Archiv für Entwicklungsmechanik.

2) Vorlesungen über Deszendenztheorie. S. 51.

Digitized by Google

Entwicklung eingewirkt haben. Diese Form ist also eine Zwangsform. Die Pflanze ist plastisch in bezug auf äussere Umstände".

Die Botaniker sind ja ganz besonders imstande, die merkwürdige Einwirkung der äusseren Umgebung auf die Form der Pflanzen zu studieren und zwar nicht bloss Einwirkungen der Nahrung bei Ernährung, sondern auch die Einwirkung der Schwerkraft, deren Wirkung Lotsy als Barymorphosen bezeichnet, und die Kontaktwirkung, die man Thigmotaxis oder Geotropismus nennt. Eine auf den Klimostaten gebrachte Pflanze (Alloplectus sanguinea) mit asymmetrischen Blättern bildet, obwohl sie dadurch der Schwerkraft entzogen wird, dennoch neue asymmetrische Blätter. Wenn aber der Same auf dem Klimostaten keimt, so bildet die Pflanze symmetrische Blätter. Schon Lotsy war es bekannt, das Ranunculus aquatilis unter Wasser fein zerteilte Blätter bildet, über Wasser dagegen wenig gelappte Blätter. Polygonum amphibium besitzt eine Land-, eine Wasser- und eine Dünenform, die gänzlich verschieden voneinander sind. Die Abflachung des Cauler-pathallus, wodurch die sogenannten Blätter bei dieser Pflanze entstehen, beruht auf der Einwirkung des Lichtes. Im Dunklen bilden sich zylindrische Organe. Sachs[1]) nimmt ganz allgemein eine abflachende Eigenschaft des Lichtes auf Chlorophyll enthaltende Organe an.

Wenn bei Tieren solche unmittelbar unter dem äusseren Einfluss entstehenden Veränderungen auch viel seltener sind, so lassen sich doch auch hier zahlreiche Beispiele nachweisen, so besonders bei der Akklimatisation und der Domestikation. Das merkwürdigste Akklimatisationsbeispiel bildet zweifellos die schon mehrfach genannte Artemia salina, die nicht nur ihre äussere Form soweit ändert, dass die Gattung Branchipus vorgetäuscht wird, sondern auch die Zahl ihrer Chromosomen in den einzelnen Zellen wesentlich vermehrt. Die Aenderungen bei der Domestikation sind so sehr bekannt, dass darauf nicht weiter eingegangen zu werden braucht, nur muss man hier auseinanderhalten diejenigen Veränderungen, die wirklich als Anpassungen aufzufassen sind, wie z. B. die Entwicklung der zwei rudimentären Zitzen am Euter des

1) Vorlesungen über Physiologie der Pflanzen.

Digitized by Google

wilden Rindes zu milchgebenden bei den domestizierten, und auf der andern Seite diejenigen Veränderungen, die durch künstliche Zuchtwahl entstanden sind.

Zwei der bekanntesten Beispiele will ich hier besonders hervorheben, die alles enthalten, was zum Verständnis notwendig ist. Wenn man eine an ein Höhenklima gewöhnte Pflanze, z. B. ein Edelweiss in die Ebene versetzt, so nimmt die ganze Form der Pflanze in der Art ihrer äusseren Erscheinung, der Blüte und der Blätter, der Stengel usw. einen gänzlich anderen Charakter an, so sehr, dass man kaum noch die ursprüngliche Form wiedererkennen kann. Wir sagen, die Pflanze degeneriert in der Ebene. Indessen ist dieser Ausdruck Degeneration nicht im pathologischen Sinne aufzufassen, sondern nur im ästhetischen. Die Pflanze, die uns in der Art, wie sie an ihrem natürlichen Standpunkt sich entwickelt, durch ihr Aussehen einen besonderen Genuss bereitet, wandelt sich in ein ziemlich unansehnliches Gewächs um, das diese Eigenschaften vollständig verloren hat, und deswegen nennen wir das wohl eine Degeneration. Wird die Pflanze wieder in das Hochgebirge versetzt, auf den ihr zukommenden Boden, so gewinnt sie wieder ihre frühere Gestalt. Das zweite Beispiel soll der Zoologie entnommen werden. Wir sehen nämlich, dass unsere langhaarigen Schafrassen, in die Tropen gebracht, zu kurzhaarigen werden und dabei auch sonst vielfach altruistische Veränderungen erleiden, z. B. in bezug auf die Länge ihrer Beine, die Form des Schwanzes, die Hornbildung usw. Wenn wir nun annehmen würden, dass sämtliche Edelweiss in in die Ebene verpflanzt worden wären und nun aus irgend welchem Grunde das Edelweiss im Hochgebirge ausstürbe und es auch nicht mehr möglich wäre, das Edelweiss wieder irgendwo anders in ein Hochgebirge zu verpflanzen, wenn man endlich das Edelweiss in seiner ursprünglichen Form in älteren geologischen Schichten auffinden würde, so würde man zweifellos zu der Ansicht gelangen, dass sich hier eine andere Art entwickelt habe. Dasselbe gilt von den Schafrassen. Wenn unsere langhaarigen Schafrassen aussterben würden, und es nicht möglich wäre, die in den Tropen weiter gezüchtete Variation in ihre früheren Bedingungen zurückzubringen, so würde man die Ansicht haben, dass eine neue Schafrasse aus der alten entstanden wäre, und nicht, dass es sich um eine Variation

Digitized by Google

handle. Ich möchte durch diese Beispiele darauf hinweisen, dass es sehr wohl möglich ist, dass manche heute noch lebende Tier- und Pflanzenarten aus solchen in früherer Zeit, z. B. in der Tertiärperiode existierenden lediglich durch funktionelle Anpassung an äussere Verhältnisse entstanden sind und in dieser Form erhalten werden lediglich dadurch, dass diese äusseren Verhältnisse jetzt dauernd andere sind als früher, und wir nicht imstande sind, die Tiere oder Pflanzen in die Verhältnisse zurückzuversetzen, die während der Tertiärperiode bestanden. Man möchte das nicht missverstehen. Ich will nicht behaupten, dass es tatsächlich so ist, ich will nur behaupten, dass es so sein könnte, denn es lässt sich das ja natürlich nicht durch das Experiment beweisen. Aber es geht doch wohl daraus hervor, dass, so lange man nicht alle Formen, die durch funktionelle Anpassung entstehen können, aufs genaueste kennt, man auch nicht mit Sicherheit angeben könnte, welche Formen nun ausschliesslich auf die funktionelle Anpassung zu beziehen sind, und welche unabhängig von einer solchen zustande gekommen sind.

Aber diese funktionelle Anpassung erstreckt sich bekanntermassen nicht nur auf die äussere Form und auf grobe Verhältnisse, sondern auch ganz besonders auf die anatomischen und sogar mikroskopischen Details. Ich erinnere nur an die Veränderungen, die das Knochensystem eingeht, wenn dasselbe anderen Bedingungen als den gewöhnlichen unterworfen ist. Es ist ja bekannt, dass die Knochenbälkchen in den Röhrenknochen sich genau so verhalten, wie es die Gesetze der Statik verlangen. Diese Anordnung der Knochenbälkchen ist deswegen auch beim neugeborenen Kind noch nicht vorhanden. Sie entwickelt sich erst unter dem Einfluss der Funktion, und wenn diese Funktion durch Knochendeformationen, Brüche, Gelenksentzündungen, Ankylosen usw. eine veränderte wird, so formt sich die Gestaltung der Knochenbälkchen wiederum so um, wie es der nunmehr veränderten Statik entspricht. Es ist gar kein Zweifel, dass solche Formveränderungen nicht bloss an den harten Knochen auftreten, sondern auch an den Weichteilen, wie das Roux[1]) z. B. für den Gänsemagen nachgewiesen hat. Auch

1) Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. 21. 1906.

Digitized by Google

an der Muskulatur des Herzens lässt sich ein solcher Umbau der Muskulatur nachweisen, wenn das Herz andere Formen annimmt, z. B. bei der kompensatorischen Hypertrophie oder bei kachektischer Atrophie. Wird das Herz grösser oder kleiner, so findet nicht eine Faltung der Muskulatur statt, auch nicht lediglich eine Vergrösserung oder Verkleinerung der Elemente, oder eine Vermehrung und Verminderung derselben, sondern ausserdem auch eine Umlagerung, die es mit sich bringt, dass in dem vergrösserten oder verkleinerten Herzen die Muskelfasern wiederum so verlaufen, dass sie eine möglichst konzentrisch wirkende Kontraktion der Gesamtmuskulatur zustande bringen. Das tritt besonders hervor, wenn nicht alle Teile des Herzens gleichmässig verändert sind, sondern wenn z. B. die Muskulatur des rechten oder des linken Ventrikels allein sich vergrössert und verdickt, wobei dann der übrige Teil des Herzens die normale Beschaffenheit annimmt und nur der pathologisch veränderte sich in dieser, wie wir gewöhnlich kurzweg sagen, zweckmässigen Weise umwandelt, wodurch ein Maximum der Leistungsfähigkeit erzielt wird.

Es wird nun zunächst einmal von Bedeutung sein, festzustellen, welche äusseren Reizwirkungen in dieser Richtung formgestaltend einwirken können, und da kann es wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass es alle vorhandenen Kräfte oder als solche wirkenden Zustände in der Umgebung sind, die in dieser Weise einzuwirken vermögen. Diese Reize sind von Verworn[1]) zusammengestellt worden als „chemische, osmotische, mechanische, thermische, photische, elektrische Reize". Darin dürfte in Wirklichkeit alles enthalten sein, was von aussen auf den lebenden Körper einwirkt, und es sind speziell auch diejenigen Umstände darin enthalten, die mir von grosser Bedeutung zu sein scheinen für funktionelle Anpassungen, nämlich der Druck der Atmosphäre, der Gehalt derselben an Sauerstoff und Kohlensäure, an Feuchtigkeit, ausserdem aber auch alle unter den Lebewesen wechselseitig wirkenden altruistischen Beziehungen, also nicht bloss diejenigen Einflüsse, die von der leblosen Materie ausgeübt werden, sondern auch diejenigen, die die Tiere und Pflanzen untereinander ausüben.

1) Die Erforschung des Lebens. Jena b. Fischer. 1907.

Digitized by Google

Wenn wir das alles einzeln oder zusammengenommen oder in verschiedenen Kombinationen als Reize bezeichnen, so muss, wie das Virchow schon ausführlich auseinandersetzte, eine Reizbarkeit der Gewebe angenommen werden, wenn diese Reize überhaupt irgend welche Wirkung ausüben sollen. Diese Reizbarkeit ist also, wie das vielfach von den verschiedensten Autoren hervorgehoben wurde, eine Grundeigenschaft der lebenden Substanz.

Eimer[1]) sagt z. B. geradezu: „Reizbarkeit ist eine Grundeigenschaft des Plasma." Er geht aber noch einen Schritt weiter, indem er fortfährt: „Empfindungsfähigkeit aber ist eine erworbene Eigenschaft desselben", und wenige Seiten später schliesst Eimer dann weiter, dass die Nerven direkt durch fortgesetzte Reize auf bestimmte Leitungsbahnen entstehen. Eimer ist nicht der einzige, der diese Anschauung vertritt, sondern ihm haben sich auch besonders Kassowitz[2]) und viele andere angeschlossen, die sich vorstellen, dass die Nerven durch Uebung oder Bahnung entstanden seien und so nun als somatisch erworbene Eigenschaften vererbt würden[3]). Es ist ja ganz zweifellos, dass eine grosse Menge von psychischen Erscheinungen von vornherein im tierischen Körper nicht existieren, sondern erst allmählich durch Uebung erworben werden. Dahin gehört die Schmerzempfindung. Es ist sicher, dass neugeborene Kinder zwar auf einen schmerzhaften Eingriff reflektorisch reagieren, dass sie aber eigentlich Schmerz noch nicht empfinden. Das geht daraus hervor, dass man an neugeborenen Kindern Operationen ohne Narkose vornehmen kann. Die Kinder schlafen sehr bald darüber ein und lassen sich auch im weiteren nicht mehr in ihrem Schlaf durch die Operation stören. Sind die Kinder nur wenige Wochen alt, so haben sich die Verhältnisse bereits soweit geändert, dass ihre Aeusserungen nicht mehr als einfache Reflexe erscheinen, sondern nach ihrer ganzen Art auf eine subjektive Empfindung des Schmerzes hindeuten. Dasselbe gilt von der Lokalisation der Empfindungen. Am frühsten lernen wir

1) Entstehung der Arten usw.

2) Vitalismus und Teleologie. Biol. Zentralbl. 1905.

3) Mach (Erkenntnis und Irrtum) sagt S. 59: „Die willkürliche Bewegung ist eine durch die Erinnerung beeinflusste Reflexbewegung", also handelt es sich dabei um die funktionelle Anpassung einer erblichen Eigenschaft.

Digitized by Google

Empfindungen, die von der äusseren Oberfläche ausgelöst werden, richtig zu lokalisieren. Aber wir lassen uns tatsächlich dabei bis zu einem gewissen Grade immer von der objektiven Beobachtung durch die Augen leiten, wie aus zwei einfachen Experimenten hervorgeht. Das eine wird angestellt, indem man zwei benachbarte Finger der Hand kreuzweise übereinanderlegt und nun einen kleinen kugligen Gegenstand mit den ursprünglich äusseren, nun aber zu inneren gewordenen Flächen der Finger berührt. Dann hat man die Empfindung, als wenn man zwei Körper berührt, woraus hervorgeht, dass das Urteil, dass es sich nur um einen Körper handelt, wenn man denselben in gewöhnlicher Stellung mit zwei Fingern anfasst, ein erst aus der Erfahrung gewonnenes ist. Das zweite Experiment besteht darin, dass man die Finger beider Hände unter Verdrehung der Arme verschränkt, nun die Hand nach innen, durch Drehung der Arme nach oben bringt. Man lässt nun durch einen anderen diejenigen Finger bezeichnen, ohne dieselben aber zu berühren, die bewegt werden sollen. Es ergibt sich dabei, dass man, wenigstens im Anfang, so lange man noch keine neue Uebung darin gewonnen hat, sehr häufig den verkehrten Finger bewegt und zwar ganz besonders den entsprechenden Finger der anderen Hand. Nach einiger Uebung lernt man auch in dieser ungewöhnlichen Lagerung der Hände den richtigen Finger jedesmal zu bewegen. Dieses Beispiel beweist ebenfalls, dass die zu irgend einem Zweck ausgeführte Bewegung, die wir fast automatisch ausführen, erst eine erlernte ist.

Viel schwieriger ist es, bei Empfindung innerer Organe diese Gefühle richtig zu lokalisieren. So ist z. B. das Sodbrennen eine Empfindung, die in der Speiseröhre entsteht, und dieselbe wird von den verschiedenen Menschen ganz verschieden lokalisiert. Manche verlegen sie in die Magengegend, andere in die Halsgegend, manche auf die vordere Seite des Körpers, andere in den Rücken. Es ist eine ganz bekannte Erfahrung, dass die Schmerzen, die bei der Pleuritis entstehen, sehr häufig falsch lokalisiert werden und nicht bloss auf die andere Seite, sondern auch in einen ganz anderen Körperteil verlegt werden. Diese Lokalisation der Empfindung innerer Organe wird niemals mit vollständiger Sicherheit erlernt werden, und selbst wenn man weiss, von welchem Organ die

Digitized by Google

Schmerzen ausgehen, gelangt man noch nicht ohne weiteres zu einer richtigen Lokalisation derselben. Ganz besonders verkehrt pflegen aber solche Lokalisationen bei Kindern zu sein. Es ist z. B. bekannt, dass Kinder, die an einer Halsentzündung erkranken, z. B. einer Diphtheritis, über Schmerzen in irgend einem Körperteil klagen, und es ist daher die durchaus berechtigte Gewohnheit guter Eltern und zuverlässiger Aerzte geworden, erkrankten Kindern, über welchen Körperteil sie auch klagen mögen, stets in den Hals zu sehen. Es ist das eine Lehre, die mein früherer Lehrer E. L. Wagner in Leipzig den angehenden Aerzten mit auf den Weg zu geben pflegte, und der sie dadurch sicherlich vor sehr häufigen groben Diagnosenirrtümern bewahrte.

In dieser Weise sind zweifellos alle feineren psychischen Empfindungen erst individuell erworbene Eigenschaften, die durch die Ausbildung der für diese Empfindungen vorhandenen Organe, durch die Uebung zustande kommen.

Besonders schwierig gestaltet sich aber diese Frage für das, was wir als Selbstgefühl zu bezeichnen pflegen, d. h. für die Summe der psychischen Erscheinungen, die in dem Menschen vorgehen, ohne dass er sich darüber zu äussern braucht und die ihm das Bewusstsein des eigenen Ichs vorführt. Es ist sehr schwer zu beurteilen, ob dieses Selbstbewusstsein bei Kindern oder auch bei Tieren existiert. Von vielen, nämlich von allen denjenigen, die ein Bestreben haben, den Menschen als besonderes Schöpfungswerk hinzustellen, wird das Selbstbewusstsein als eine dem Menschen eigentümliche Eigenschaft hingestellt. Ich verweise z. B. auf die Veröffentlichungen des Pater Wasmann[1]). Wasmann definiert auf S. 6: „In uns selber nehmen wir zwei grosse Hauptgruppen von psychischen Prozessen wahr, unbewusst zweckmässige und bewusst zweckmässige, oder instinktive und intelligente". Er definiert nämlich den Instinkt als die erbliche Anlage des sinnlichen Erkenntnis- und Begehrungsvermögens der Tiere. Wasmann kommt nun bekanntlich darauf hinaus, den Tieren nur den unbewusst zweckmässigen psychischen Prozess, d. h. den Instinkt zuzusprechen, während er den bewusst zweckmässigen, d. h. die In-

1) Instinkt und Intelligenz im Tierreich. Freiburg 1905. Das Seelenleben der Ameisen usw.

Digitized by Google

telligenz lediglich dem Menschen zuerkennt. Man sieht, dass diese ganze Unterscheidung lediglich auf die Art der Wasmannschen Definition hinausläuft und dass jeder, der diese Definition nicht anerkennt, wozu eine Notwendigkeit durchaus nicht vorliegt, zu einem ganz anderen Resultat kommen muss. Das Wasmannsche Resultat ist nicht die Folge einer objektiven Beobachtung, sondern lediglich die Folge einer aus vorgefasster Meinung hervorgegangenen Definition. Auf diese Weise ist es natürlich möglich, alles zu beweisen. Wenn man z. B. das Gehirn definiert als ein nervöses Zentralorgan, das aus Nervenzellen und Gliasubstanz besteht, so wird man dem Menschen, ebenso wie der grössten Mehrzahl der Tiere ein Gehirn zuerkennen. Wenn man aber das Gehirn definiert als ein nervöses Zentralorgan, das in der Schädelkapsel gelegen ist, eine im Verhältnis zum Körper bestimmte Grösse besitzt, eine gewisse Anzahl und Form der Gyri und Furchen usw. hat, so würde man zu dem Resultat kommen, dass nur der Mensch ein Gehirn hat, die Tiere aber nicht. Das ist die Art, wie Wasmann seine Definition macht, um den Menschen prinzipiell von den Tieren zu trennen, eine Methode, die natürlich für echte Forschungsarbeit unzulässig ist. Wir können indessen die Definition Wasmanns ruhig bestehen lassen, und es würde sich dann nur um die Frage handeln, ob auch die Tiere ein Bewusstsein haben, d. h. ob sie imstande sind, mit bewusster Zweckmässigkeit zu handeln. Nun befinden wir uns den Tieren gegenüber in derselben Lage wie den Kindern und auch wie gewissen, auf niederer Geistesstufe stehenbleibenden Erwachsenen gegenüber, z. B. den Mikrocephalen und den Idioten. Auch bei diesen können wir nicht ohne weiteres durch ihre Mitteilung erfahren, ob sie ein Bewusstsein besitzen, lediglich aus dem Grunde, weil wir nicht imstande sind, ihnen den Begriff des Selbstbewusstseins beizubringen, sie darüber zu verständigen. Aber es gibt eine grosse Menge von Anhaltspunkten, die uns zeigen, dass Kinder ebenso wie viele Idioten und auch ebenso wie viele höhere Tiere mit vollkommenem Bewusstsein handeln. Natürlich können solche Beobachtungen nur an solchen Tieren angestellt werden, die mit einem gewissen hohen Grad der Intelligenz ausgestattet sind, denn für die andern fehlt uns zu sehr das Verständnis, um ihr psychisches Leben mit dem unserigen zu

Digitized by Google

vergleichen und dadurch zu erkennen. Das Tier, dessen Psyche dem Menschen am meisten bekannt sein dürfte, ist der Hund, und gerade für den Hund kann es in keiner Weise zweifelhaft sein, dass er in vielen Fällen mit ganz bewusster Schlauheit handelt und in jedem Moment imstande ist, um seinen Zweck zu erreichen, sein Handeln den verschiedenen äusseren Bedingungen anzupassen und je nach deren Wechsel umzumodeln. Da nun ganz zweifellos das Bewusstsein mit dem Alter bis zu einer gewissen Grenze zunimmt, so ist sehr wohl anzunehmen, dass auch das Selbstbewusstsein eine erst durch Uebung erworbene Eigenschaft der Tiere und des Menschen darstellt.

Die ganze Schwierigkeit der Frage der individuellen Anpassung beruht in der Tat nicht in der Anerkennung der Tatsachen selbst, sondern vielmehr in den Hindernissen, die uns entgegenstehen, die Grenze zwischen den Organisationsmerkmalen und den Anpassungsmerkmalen zu ziehen. Das ist es auch wohl, was Roux veranlasst hat, zwischen die beiden Perioden eine Uebergangsperiode einzuschieben, in der beide Momente wirksam werden.

Vielleicht lässt sich noch am leichtesten eine solche Grenze beim Menschen auffinden, und zwar deswegen, weil wir kein Tier so genau kennen wie den Menschen und wir infolgedessen Erkennungshilfsmittel haben, die uns bei allen anderen Tieren fehlen. Denn ich glaube, man kann die Behauptung aufstellen, dass alle diejenigen Veränderungen, die unter pathologischen Bedingungen eintreten, ohne dass die Funktion eines Organs dadurch geschädigt wird, auf eine funktionelle Anpassung der durch die Veränderung getroffenen Einrichtungen hindeuten. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass es nicht auch noch andere funktionelle Anpassungen gibt, aber die Mehrzahl derselben dürfte durch eine solche Betrachtung in der Tat zur Erkenntnis kommen.

Das geht schon hervor aus den Betrachtungen am Knochensystem. Ich möchte aber auch an einigen anderen Organen diesen Gedankengang etwas weiter ausführen, um damit zu zeigen, wie man vorgehen kann, um die individuellen Anpassungserscheinungen von den Organisationserscheinungen zu trennen.

Es wurde schon die Modifikation der Herzmuskulatur erwähnt bei Herzfehlern. Die Hypertrophie des Herzens ist in der Tat

Digitized by Google

eine nützliche Veränderung für diejenigen Menschen, die einen Klappenfehler besitzen, denn diese sind nur imstande, bei dem genügenden Eintreten einer solchen Hypertrophie trotz ihres Klappenfehlers in annähernd normaler Weise zu existieren. Daraus können wir schliessen, dass die Stärke der Herzmuskulatur durch individuelle Anpassung normiert wird, wie wir denn in der Tat sehen, dass dieselbe sich durchaus in einem konstanten Verhältnis befindet zur Grösse, ja gewissermassen geradezu zum Gewicht des Menschen, denn Menschen, die sehr fettleibig werden, bekommen auch eine dickere Herzmuskulatur und erkranken unter der ausgesprochenen Erscheinung der Herzschwäche, wenn diese Hypertrophie ausbleibt. Die Anlage der Muskulatur ist also eine Organisationserscheinung, aber die Normierung der Stärke ist eine Akkommodationserscheinung. Auch die Grösse der Klappen bis zu einem gewissen Grade, sogar die Form derselben, dürfte eine Akkommodationserscheinung sein, denn wir sehen, dass dieselben die Fähigkeit besitzen, sich in ganz ausgezeichneter Weise den Bedürfnissen anzupassen. Wenn z. B. schon während der fötalen Periode durch Klappenentzündungen Defekte auftreten, so sind die Klappen imstande, durch Vergrösserung diese Defekte vollständig zu decken. Dahin gehören die Fälle, bei denen man statt 3 nur 2 Klappen findet, von denen die eine deutlich erkennen lässt, dass sie aus der Verschmelzung zweier Klappen hervorgegangen ist. Oder wenn man am Ostium pulmonale 4 Klappen findet, so lässt sich nachweisen, dass diese dadurch entstanden sind, dass durch Verwachsung eine Klappe sich in zwei geteilt hat. Die in dieser Weise veränderten Ostien können vollständig funktionsfähig sein und brauchen niemals Veranlassung zu geben zu irgend einer Störung der Zirkulation. Die charakteristische Form des Herzens ist ganz offenbar eine Organisationserscheinung, denn wir sehen, dass sich dieselbe unter keinerlei pathologischen Bedingungen wesentlich verändert.

Die Form der Lungen ist ganz ausschliesslich auf Organisationserscheinungen zurückzuführen, und diese Organe werden in der Tat so gut wie gar nicht durch spätere Akkommodationen beeinflusst. Nur insofern kann man auch hier dergleichen erkennen, als die Weite der Alveolen bis zu einem gewissen Grade

Digitized by Google

durch das Bedürfnis normiert wird. Denn wir sehen, dass in Fällen, bei denen eine Lunge zu Grunde geht, während die andere gesund bleibt, die Alveolen dieser gesunden Lunge sich erweitern, wodurch die Atmungsfläche vergrössert wird. Das ist aber auch, so weit ich übersehe, alles, was über eine individuelle Akkommodation der Lungen auszusagen ist.

Am Kehlkopf kommt besonders die Stärke der Muskulatur in Betracht, die die Bewegung der Stimmbänder reguliert, sowie deren Bewegungsfähigkeit. Die Form des Kehlkopfes wird nur in bezug auf einen Punkt durch Akkommodation reguliert, nämlich in bezug auf die Morgagnischen Taschen. Diese entstehen nämlich[1]) in sehr später fötaler Periode dadurch, dass die Zungenbeinanlage sich gegen die Schildknorpelanlage verschiebt. Ursprünglich liegen diese beiden Anlagen etwa in gleicher Höhe, so dass das Zungenbein vor dem Schildknorpel gelegen ist. Dann rückt das Zungenbein in die Höhe und zieht die an ihn fest fixierte Schleimhaut des Kehlkopfes zu einer taschenartigen Ausstülpung hervor. Dies Heraufrücken des Zungenbeines aber wird bewirkt durch das Längenwachstum des Halses. Unter pathologischen Bedingungen kann die Morgagnische Tasche eine ungewöhnliche Grösse erreichen, und diese involviert nur dann eine Schädigung für das Individuum, wenn durch sekundäre Ausstülpung der entstehende Sack einen Druck auf den Kehlkopf ausübt. Bei vielen Affenarten gehört die starke Entwicklung der Morgagnischen Tasche bekanntlich zu den sekundären Geschlechtscharakteren und steht in unmittelbarer Beziehung zu der altruistischen Entwicklung des Kehlkopfes.

Von den Bauchorganen ist über die Milz in dieser Beziehung nicht sehr viel zu sagen. Sie scheint individuellen Akkommodationen sehr wenig zu unterliegen. Sie steht in keinerlei Verhältnis zur Grösse des Individuums. Es können grosse Menschen kleine Milzen und kleine Menschen grosse Milzen haben. Ihre Form ist eine ausserordentlich konstante und wird nur gelegentlich rein mechanisch durch Druck des unteren Rippenrandes unwesentlich verändert.

Auch der Magendarmtraktus unterliegt individuellen Akkommo-

1) v. Hansemann, Arch. f. Laryngologie. Bd. 9. 1899.

Digitized by Google

dationen nur in sehr geringem Masse. Freilich kann die Grösse des Magens sich nach dem individuellen Bedürfnis des Individuums richten. Auch die Stärke der Muskulatur des Magens und des Darms kann je nach der Lebensart innerhalb gewisser enger Grenzen variieren. Immerhin ist die Muskulatur einer Hypertrophie fähig, wie diejenigen Fälle beweisen, wo Verengerungen eine Hypertrophie als nützlich erscheinen lassen. Aber diese Erscheinungen fallen, beim Menschen wenigstens, schon zu sehr in das Gebiet des Krankhaften, während ja gerade am Magen der Vögel die Untersuchungen von Roux gezeigt haben, dass auch hier Anpassungserscheinungen deutlich hervortreten. Die Länge des Darms soll bei Vegetarianern zunehmen, also abhängig sein von der Art der Nahrung. Indessen sind die Messungen schon deswegen unzuverlässig, weil es sich niemals mit Sicherheit bestimmen lässt, ob jemand wirklich reiner Vegetarianer war.

Ganz charakteristisch treten die Erscheinungen der individuellen Anpassungen an den Nieren hervor, freilich nicht was die Form betrifft, denn diese ist ausserordentlich konstant. Abweichungen von derselben findet man nur bei Heterotopien der Niere in solchen Fällen, wo auf angeborener Basis nicht nur die Lage derselben verändert ist, sondern auch der Eintritt der Gefässe und der Austritt des Ureters. Nieren, die z. B. auf dem Promontorium gelegen sind und die ihre Gefässe aus dem unteren Teile der Aorta oder aus der Arteria iliaca empfangen, sind stets vollkommen deform. Die Gefässe dringen nicht am Hilus in die Niere ein, sondern manchmal am oberen Pol oder an der Konvexität. Das Nierenbecken befindet sich dabei in der Regel an der vorderen Fläche der Niere. Man sieht daraus, dass die Gestalt der Niere zustande kommt durch die Art der Dichotomie, der Kloakenausstülpung, die zuerst das Nierenbecken und dann die Nierenkanälchen bildet. Die Form der normalen Niere ist schon bei den ersten Anfängen der Entwicklung sichtbar. Auch verändert sich diese Form nicht mehr, wenn etwa in späterer Zeit die Niere verlagert wird, wie es bei der Wanderniere zu geschehen pflegt. Eine Wanderniere hat genau dieselbe Gestalt wie eine Niere, die an der normalen Stelle sitzt. Dagegen steht die Grösse der Niere und ihre Funktion in einem direkten Abhängigkeits-

Digitized by Google

verhältnis zu dem Bedürfnis. Grosse Menschen haben grosse Nieren. Bei Menschen, die ihre Nieren zu stärkerer Funktion anregen, nimmt die Niere noch im späteren Leben an Umfang zu. Ist nur eine Niere vorhanden, so entwickelt sich eine ausgesprochene kompensatorische Hypertrophie der andern, besonders wenn das Individuum noch jung ist. Wir sehen also hier die ausgezeichnetsten Erscheinungen der Akkommodation.

Fast in gleicher Weise verhält sich die Harnblase. Hier ist es besonders die Muskulatur, die anpassungsfähig erscheint, und zwar in einem solchen Masse, dass geringfügige Stenosen durch Striktur der Urethra oder Vergrösserung der Prostata vollkommen kompensiert werden können. Wir sehen deswegen auch, dass bei Menschen, die viel Harn produzieren, die Muskulatur kräftiger wird, und bei Säufern finden wir die Blasenmuskulatur durchweg stärker entwickelt als bei Menschen, die nicht mehr Flüssigkeit zu sich nehmen, als ihre Unterhaltung bedarf. Die Muskulatur der Harnblase aber ist durch Organisationsanlage so gestaltet, dass sie nicht eine lückenlose Lage darstellt. Daher ist auch die Hypertrophie eine trabekuläre. Infolgedessen können Lücken dazwischen entstehen, zwischen denen sich die Blasenschleimhaut ausstülpt und so zur Divertikelbildung führt. Die Anordnung dieser Blasenmuskulatur ist also nicht individuelle Akkommodation.

Die Geschlechtsorgane unterliegen der individuellen Akkommodation garnicht. Es ist zwar davon die Rede gewesen, dass ein Hoden kompensatorisch hypertrophisch werden kann, wenn der andere frühzeitig atrophiert oder überhaupt nicht entwickelt wird. Aber diese kompensatorische Vergrösserung ist so gering, dass sie nicht einmal als vollkommen sicher betrachtet werden kann. Bei den Ovarien tritt sie überhaupt nicht in die Erscheinung. Das ist ja für die Ovarien des Menschen auch wohl ganz erklärlich, da ja die wesentlichen Bestandteile desselben, nämlich die Graafschen Follikeln mit den Eiern schon sämtlich bei der Geburt angelegt sind und sich nicht in späterer Zeit noch vermehren. Anders könnte es natürlich bei solchen Tieren sein, z. B. bei den Kaninchen, die während ihres ganzen Lebens neue Pflügersche Schläuche und Graafsche Follikel bilden. Die Lage der Tuben und des Uterus, sowie deren Form ist zweifellos Organisations-

Digitized by Google

erscheinung, dagegen ist die Stärke der Muskulatur wiederum abhängig von individueller Akkommodation, wie deren Fähigkeit zur Hypertrophie bei der Schwangerschaft beweist.

Ueber Pankreas und Nebennieren ist in dieser Beziehung garnichts auszusagen, und es dürfte bei diesen Organen die individuelle Akkommodation keine nennenswerte Rolle spielen.

Die Form der Leber gehört zu der variabelsten Erscheinung der inneren Organe. Abgesehen von der stets sich typisch wiederholenden Grundform kommen die verschiedensten Gestaltungen vor. Ich sehe hier aber ab von denjenigen Bildungen, die durch eine direkte Kompression von Seiten des Brustkorbes zustande kommen und die die Funktion in keiner Weise verändern, die in der Tat rein mechanischer Natur sind. Ich meine die Schnürfurchen und die Eindrücke auf der Leberoberfläche durch die Interkostalmuskulatur oder durch die Muskelvorsprünge des Zwerchfells, ferner die Kompression in Hufeisenform, die gelegentlich bei der Kyphoskoliose zustande kommt. Das sind zweifellos individuelle Akkommodationen, die aber für die Entwicklung des Organs und seiner Gestaltung nichts aussagen. Die Variationen, an die ich hier besonders denke, beziehen sich vielmehr auf abnorme Lappenbildung, wodurch die Leber solchen Formen nahe geführt wird, wie wir sie bei anderen Säugetieren und auch bei den niederen Affen finden. Rathcke[1]), der diese Formen genauer untersuchte, konnte die Annäherung an die Form der Leber niederer Affen in zahlreichen Fällen beim Menschen nachweisen. Diese Formen sind jedoch sicherlich nicht durch Akkommodation entstanden, sondern entstehen durch die Verzweigung der Gallengänge und der Gefässe, die auf Organisationsanlage zurückzuführen sind, so dass man in solchen Fällen berechtigt ist, von echtem Atavismus zu sprechen.

Für das Gehirn liegt eine besondere Betrachtung Roux' vor[2]), wo er sich dahin äussert: „Beim Menschen liegt bekanntlich die Ursache der Tatsache, dass kleine Säugetiere einer Gattung glatte, grosse Tiere gefurchte Grosshirnoberflächen haben, darin, dass bei der Vergrösserung der Oberfläche als bloss zweidimensionales Ge-

1) Inaug.-Diss. Berlin 1896.

2) Arch. f. Entwicklungsmechanik. Bd. 21. 1906. S. 462.

Digitized by Google

biet nur proportional dem Quadrat des Durchmessers der Inhalt des Gehirns und des ganzen von ihm beherrschten Körpers, aber proportional der dritten Potenz desselben wächst". Daraus geht hervor, dass Roux der Ansicht ist, dass die Furchung der Grosshirnoberflächen eine funktionelle Anpassung bedeutet. Ich möchte glauben, dass sich diese Behauptung nach verschiedener Richtung hin anzweifeln lässt. Zunächst ist zu bemerken, dass weder die Grösse des Gehirns innerhalb der einzelnen Arten einer Gattung proportional zur Grösse des Individuums steht, noch dass die grösseren Gehirne grosser Tiere durchweg eine stärker gegliederte Gehirnoberfläche haben als diejenigen derselben Gattung von geringerer Grösse. Bekanntlich hatten die enormen Saurier der Vorzeit auffallend kleine Gehirne, so klein, dass sie wesentlich zurückstehen hinter der oft sehr starken Lendenanschwellung. Das sieht man z. B. bei dem Diplodocus, dem grössten bisher bekannten Saurier. Ausgüsse aus den Schädeln solcher Saurier haben aber auch erwiesen, dass die Gehirnoberfläche dieser Tiere ausserordentlich wenig gegliedert war, weniger noch als bei den kleinen heute noch lebenden Formen. Roux könnte mir hier nun einwenden, dass seine Angaben sich nur auf lebende Tiere beziehen, aber auch da ist die Tatsache nicht durchweg richtig. Beim Menschen z. B. vermehren sich während des Wachstums, wenn das Gehirn einmal in seiner Gliederung ausgebildet ist, die Gyri nicht mehr, so dass das Gehirn eines Erwachsenen nicht mit zahlreicheren Gyri versehen ist als das Gehirn des fertig gebildeten Kindes. Das Gehirn grosser Menschen ist nicht stärker gefurcht als dasjenige kleiner, und die im Durchschnitt grösseren Männer haben nicht zahlreichere Gyri als die kleineren Frauen. Nachdem einmal der Faserverlauf ausgebildet ist, was einige Jahre nach der Geburt abgelaufen ist, bilden sich neue Gyri im Gehirn des Menschen nicht mehr. Ein Fall von Megalocephalie, den ich zu untersuchen Gelegenheit hatte und der sich auf einen geistig vollkommen normalen Menschen von 16 Jahren bezog, zeigte, dass dieses Gehirn, das 1865 g wog, in keiner Weise stärker gegliedert war als das Gehirn eines gewöhnlichen Menschen von normalem Gewicht. Es mag also die Angabe Roux' für einzelne Tiergattungen passen, sie kann aber in keiner Weise generalisiert werden, und wir haben

Digitized by Google

keine Anhaltspunkte dafür, dass die Zahl und die Form der Gyri auf individuelle Anpassung zurückzuführen ist. Dagegen sehen wir auf der andren Seite, dass mit grosser Sicherheit angenommen werden kann, dass die Zahl der Gyri eine ausgezeichnet erbliche Eigenschaft ist. Man sieht nicht bloss bei den viel einfacher gebauten Gehirnen der Säugetiere, dass die Form der Gyri ausserordentlich konstant ist, sondern es ist auch beim Menschen, deren Gehirn sich von dem der Säugetiere hauptsächlich durch die Entwicklung der Assoziationssphären unterscheidet, schon nachgewiesen, dass sich ganz bestimmte Rasseneigentümlichkeiten in der Form der Gyri erblich herausgebildet haben. Man könnte nun auf die Mikrocephalie exemplifizieren, von der gelegentlich behauptet wurde, dass sie durch krankhafte Anomalien des Schädels zustande käme, und man könnte daraus schliessen, dass die Gehirnbildung eine individuelle Anpassung an die Bildung des Schädels sei. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr muss gerade das Umgekehrte angenommen werden, nämlich dass die Form des Schädels vollkommen durch die Form des Gehirns bedingt ist. Wir sehen, dass jede ungewöhnliche Bildung des Gehirns, wenn sie schon in der Jugend auftritt, formbestimmend für die Schädelkapsel ist. Abnorme Ausdehnungen einzelner Teile kommen auch zum Ausdruck am Schädel. Bei der Mikrocephalie finden wir auch eine kleine Schädelkapsel manchmal ohne irgend welche andere Veränderung, speziell auch ohne Verknöcherung der Nähte. Denn es ist durchaus unrichtig, was früher vielfach behauptet wurde, dass eine frühzeitige Verknöcherung der Nähte zur Mikrocephalie führe. Wenn die Nähte frühzeitig verknöchern bei normal gebildeten Gehirnen, so entsteht keine Mikrocephalie, sondern ein abnormer Hirndruck, der schliesslich das Gehirn rein mechanisch an der weiteren Entwicklung hindert und dadurch alle Erscheinungen der intrakraniellen Stauung mit sich bringt. Diese frühzeitige Verknöcherung der Schädelnähte hat also mit der Mikrocephalie absolut garnichts zu tun. Wir sehen aber auch schon unter normalen Verhältnissen, dass sich die Formen des Gehirns für die Form der Schädelkapsel als massgebend erweisen. Das hat Schwalbe in so ausgezeichneter Weise für eine grössere Zahl von Tieren und auch ganz besonders für den Menschen nachgewiesen,

Digitized by Google

und man kann sich ohne weiteres von der Richtigkeit seiner Angabe überzeugen. Unter allen Umständen ist also anzunehmen, dass die Form des Gehirns eine Organisationserscheinung ist und dass sie massgebend für die Form der Schädelkapsel wird, die sich so als Akkommodationserscheinung darstellt. Man würde höchstens behaupten können, dass die Funktion der Leitungsbahnen im Gehirn unter dem Einfluss einer sekundären Anpassung stände, nämlich in der Weise, dass durch Uebung eine erhöhte Leistungsfähigkeit in bezug auf die Aufnahme äusserer Eindrücke und in bezug auf das Gedächtnis erlangt wird. Aber auch dafür muss die Zahl der Leitungsbahnen schon vorgebildet sein, und es hat sich ja das wenigstens als sicheres Resultat aus der Untersuchung von Gehirnen geistig hervorragender Menschen ergeben, dass ihre Assoziationssphären, in denen diese Bahnen verlaufen, notwendigerweise angeboren zahlreich vorhanden sein müssen, damit eine höhere Leistungsfähigkeit resultiert.

Diese Betrachtungen zeigen, dass unter pathologischen Bedingungen beim Menschen durch die individuelle Akkommodation nur graduelle Veränderungen an den Organen hervorgerufen werden können, die sich auf die stärkere Funktion beziehen, dieselbe steigern können oder auch herabsetzen, so weit es das Bedürfnis erheischt, die aber nicht imstande sind, irgend welche prinzipiellen qualitativen Aenderungen hervorzurufen. Dabei ist aber zu bedenken, dass die Reize, die zu pathologischen Zuständen führen, ganz wesentlich mechanischer und toxischer Natur sind, und dass der Mensch vermöge seiner Organisationshöhe zu qualitativen Reaktionen auf solche Reize viel weniger imstande ist zu reagieren, als die Tiere, die sich auf einer niederen Organisationshöhe befinden, oder als die Pflanzen. Das zeigt sich am deutlichsten bei der Regenerationsfähigkeit. Die Regeneration ist nichts weiter als eine funktionelle Anpassung auf eine direkte Reizung. Nun treten uns schon beim Menschen hier verschiedene Unterschiede zwischen den einzelnen Geweben entgegen. Einige derselben besitzen eine sehr starke Regenerationsfähigkeit, wie z. B. die äussere Epidermis, die Schleimhäute, die lymphatischen Gewebe, das Bindegewebe, die Knochen. Andere besitzen nur eine bedingte Regenerationsfähigkeit, wie z. B. die Leber- und Nierenzellen, die

Digitized by Google

dieselbe nur unter der Bildung einer kompensatorischen Hypertrophie erkennen lassen, aber fast gar nicht bei eingetretenen Defekten. Wieder andere Gewebsarten, wie z. B. die Muskulatur und besonders die quergestreifte, lassen nur noch geringe Spuren einer Regenerationsfähigkeit erkennen. Die Nervenzellen und Zahnzellen dokumentieren ihre Wucherungsfähigkeit nur noch in den sehr seltenen Fällen bestimmter Geschwulstarten, nämlich des ganglionären Neuroms oder Glioms und des Odontoms. Man sieht also, wie das früher schon hervorgehoben wurde, dass die Regenerationsfähigkeit sich nach der Differenzierung richtet, und man kann daraus umgekehrt schliessen, dass der Einfluss eines mechanischen Reizes auf ein Gewebe um so grösser ist, je weniger dasselbe differenziert ist.

Derselbe Schluss ergibt sich bei den Beobachtungen über die Regenerationsfähigkeit bei den übrigen Tieren, denn je weniger die Tiere differenziert sind, eine desto grössere Regenerationsfähigkeit besitzen sie, bis herab zu denjenigen Tieren, die aus jeder Zellgruppe ein neues Individuum zu bilden imstande sind. Bei diesen sehen wir, dass durch solche Einflüsse noch ganz andere Verhältnisse hervorgebracht werden können. Klebs[1]) führt z. B. an, dass bei Begonia rex, bei der an unverletzten Blättern keine deutlichen Anlagen von Knospen vorhanden sind, sich deren Bildung veranlassen lässt, indem man die Sprossvegetationspunkte entfernt. Viele andere Beispiele ähnlicher Art sind aus der Botanik bekannt. Die Neubildung von blütentragenden Zweigen durch künstliche Beschneidung oder sonstige Verletzung der Pflanzen an Stellen, wo sonst nur unfruchtbare Schösslinge hervortreten, ist eine weit verbreitete Eigenschaft. Ja durch bestimmte Einflüsse ist es möglich, ein und dasselbe jugendliche Pflanzengewebe in dieser oder in jener Richtung willkürlich umzubilden, eine Art von Dimorphismus, die Weismann und Hugo de Vries als Dichogenie bezeichnen.

Man sieht also, dass die Einflüsse, die solche mechanischen Reize hervorbringen, sich nach der Differenzierung des Gewebes

1) Willkürliche Entwicklungsveränderungen bei Pflanzen. Jena 1903. S. 100.

Digitized by Google

und der Art richten, und dass bei geringerer Differenzierung nicht nur quantitative, sondern auch qualitative Veränderungen auftreten können.

Während nun die Veränderungen, die als Reaktionen auf solche mechanischen Reize entstehen, sehr genau studiert sind, so sind diejenigen, die durch Wärme, Feuchtigkeit, Licht, Temperaturdifferenzen, Luftdruck, Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt der Luft hervorgehen, zum Teil noch so gut wie unbekannt. Dass solche weitgehenden Einwirkungen vorhanden sind, obwohl die Art ihrer Wirkungsweise unbekannt ist, lehren wiederum die Beobachtungen beim Menschen. Wir wissen, dass die Haut äusserst undurchlässig ist für eine grosse Zahl von in Wasser löslichen Substanzen, und trotzdem wirken Bäder, die solche Substanzen enthalten, häufig in ganz bestimmter Richtung, obwohl nicht erwiesen werden kann, dass auch nur Spuren der gelösten Substanzen in den Körper eindringen. Man hat geglaubt, dass die Einatmung flüchtiger Bestandteile mit dieser Wirkung zusammenhing, aber es hat sich das als durchaus unbegründet erwiesen. Ja es zeigt sich, dass selbst sogenannte indifferente Thermen auf die Funktion innerer Organe ganz bedeutend einwirken, aber eine wirkliche Erklärung für diese Tatsachen ist bisher noch in keiner Weise gefunden, ja nicht einmal näher gerückt, wenn man moderne Anschauungen über die Radioaktivität mit in Betracht zieht.

Wenn nun beim Menschen und bei der Mehrzahl der Säugetiere diese Einwirkung durch die äussere Haut wegen ihrer Undurchlässigkeit nicht ohne weiteres verständlich ist, so gewinnt man bei vielen anderen Tieren die Vorstellung, dass durch die umgebenden Medien, die Temperatur, die Atmosphäre ein ganz anderer Einfluss auf das Innere des Körpers ausgeübt werden kann. Viele Tiere haben ja an der Oberfläche Schleimhäute, die ausserordentlich durchlässig sind, so dass z. B. Frösche, die man in eine die physiologische Konzentration nur wenig übersteigende Kochsalzlösung setzt, in kurzer Zeit absterben. Diese Häute, die bei niederen Wirbeltieren nach Art von Schleimhäuten gebaut sind, besitzen nicht diejenigen Schutzvorrichtungen, die verhindern, dass äussere Einwirkungen sich dem Innern des Körpers ohne weiteres mitteilen. Dabei spielt zweifellos der osmotische Druck die Haupt-

Digitized by Google

rolle, wahrscheinlich aber auch eine aktive Resorptionsfähigkeit der Zellen. Bei vielen niederen Tieren, z. B. den Seesternen, den Kraken, bei Lipunculus usw., ist der osmotische Druck des Blutes derselbe wie in der Umgebung. Auf diese muss also eine Veränderung des osmotischen Druckes eine ganz andere Wirkung ausüben als bei anderen Arten. Bei den Knorpelfischen z. B. ist der osmotische Druck ebenfalls in Uebereinstimmung mit dem umgebenden Medium, aber nur durch Verschiebung des Wassergehaltes, während die Salze nicht durch die Kiemen ausgetauscht werden können. Bei den Knochenfischen ist der osmotische Druck des Blutes etwa halb so gross wie der des Seewassers. Die Seeschildkröten (Thalassochelys) sind von dem osmotischen Druck des Wassers unabhängig, ebenso wie der Flusskrebs. In allen diesen Fällen also müssen die Einwirkungen der Umgebung verschieden sein, je nachdem sich dieselben lediglich auf die Oberfläche der Tiere beschränken, oder je nachdem sie verändernd in die Tiefe dringen, oder je nachdem sie andere besondere Reaktionen hervorrufen.

Bei dieser Einwirkung der äusseren Umgebung auf die Tiere darf man auch nicht der Wirkung des Lichtes vergessen, das ja beim Menschen formgestaltend eigentlich nur unter pathologischen Erscheinungen einwirkt, wenn z. B. das Licht bei besonders empfindlichen Persönlichkeiten Entzündungen, Geschwulstbildungen u. dergl. hervorruft. Dass die dunkelgefärbten Rassen nicht unter der Einwirkung des Lichtes entstanden sind, sondern dass diese Färbung der Haut zweifellos auf altruistischer Wirkung beruht, wurde schon im vorigen Kapitel auseinandergesetzt. Ebenso ist es bei der Mehrzahl der höheren Tiere, doch kann hier durch Vermittlung der Selektion eine Einwirkung des Lichtes konstatiert werden, nämlich bei der Entstehung weisser Rassen, oder auch bei der Entstehung von Saisondimorphismus, soweit es sich dabei nicht um die Einwirkung der Temperatur handelt. Bei niederen Tieren aber sehen wir eine ganz bedeutende Einwirkung des Lichtes, die sich z. B. bei den Laubfröschen, dem Chamäleon, den Tintenfischen offenbar durch Vermittlung des Gesichtssinnes auf die Chromatophoren erstreckt und Veränderungen der Farbe des Tieres herbeiführt. Selbstverständlich ist auch das nicht so zu denken, dass die Ein-

Digitized by Google

richtung der Chromatophoren durch die Einwirkung des Lichtes entstanden sei, wie es sich vielleicht Eimer, Kassowitz u. a. vorstellen würden. Es handelt sich vielmehr hier um eine individuelle Anpassung, die sich von anderen gleichen Erscheinungen dadurch auszeichnet, dass sie in jedem Moment zu wechseln imstande ist. Sie stellt nur einen Indikator für die Wirkung des Lichtes dar, die nicht in direkter Beziehung zu dem Resultat steht, sondern in indirekter, durch Vermittlung der Nerven übertragen von den Sehorganen auf andere Teile des Körpers. Bei noch niederen Tieren, die des eigentlichen Gesichtssinnes entbehren, bei denen aber doch Reaktionen auf Beleuchtung eintreten, sehen wir in gleicher Weise wie bei den Pflanzen Formveränderungen auftreten, die als positiver oder negativer Heliotropismus aufzufassen sind. Sind die Tiere ortsbeweglich, so werden sie ihre Stellung und ihre Lage wechseln. Sitzen sie wie die Pflanzen fest auf, so kann eine Beeinflussung der Wachstumsrichtung in Frage kommen.

In gleicher Weise verhalten sich die Erscheinungen des Geotropismus. Auch dieser tritt uns zunächst bei den Pflanzen und niederen Tieren entgegen, aber er spielt eine nicht geringe Rolle bei den höheren Tieren und speziell beim Menschen. Przibram[1]) bemerkt in dieser Beziehung ganz zutreffend: „Bei höheren Metazoen nimmt die thigmotaktische Rückendeckung einen mehr spontanen, oft nur im Angriffsfalle eintretenden Charakter an, z. B. bei Katzen und Hunden. Eine oft nur unbewusste Thigmotaxis ist rudimentär noch beim Kulturmenschen aufzuweisen. In Kaffeehäusern und Restaurants werden zunächst jene Tische besetzt, die längs der Wände aufgestellt sind.“ Man kann auch von einer Rückenfurcht sprechen, die bei manchen Menschen sehr ausgeprägt ist dadurch, dass, wenn sie mit dem Rücken gegen eine offene Tür sitzen, sie in einen nervösen und unruhigen Zustand geraten.

Unter pathologischen Bedingungen sieht man eine grosse Zahl von Gestaltsveränderungen nur durch die Einwirkung eines Geotropismus zustande kommen. Die Gestaltung vieler Deckgewebe, sogen. Epithelien, ist lediglich auf deren Eigenschaft zurückzuführen, eine bessere Wachstumsenergie aufzuweisen, wenn sie die

1) Experimentelle Morphologie der Tiere. Leipzig 1904. S. 33.

Digitized by Google

Möglichkeit haben, sich an Flächen oder Leisten anzulegen. Dadurch kommt die schnelle Ueberhäutung kleiner Wunden zustande, z. B. an der Kornea oder auch an der äusseren Epidermis, ebenso an den inneren Schleimhäuten. Daraus erklärt sich die Möglichkeit, dass grosse Höhlenwunden, wie z. B. bei der Thorakozentese, sich schnell mit Epidermis auskleiden. Dadurch sind die eigentümlichen Fälle zu erklären, bei denen die Epidermis durch äussere Fisteln bis in die Knochen, oder, wie der Fall von Marchand gezeigt hat, durch die Harnblase und die Ureteren bis in das Nierenbecken wachsen können, oder durch Zerstörung des Trommelfells bis in die Paukenhöhle. Die Gestaltungsform vieler Geschwülste ist ausschliesslich auf diese Eigenschaft einzelner Zellarten zurückzuführen. Ja man kann hierbei sogar einen positiven und einen negativen Geotropismus unterscheiden, indem manche Zellarten die Tendenz besitzen, sich an Leisten und Flächen anzulehnen, wie z. B. die Epithelien, auch viele Endothelien, speziell auch das Epithel des Bauchfells, während andere Zellarten wiederum die Tendenz haben, sich von solchen Flächen und Leisten abzuwenden und sich dadurch radiär zu denselben zu stellen.

Das Gleiche sehen wir hervortreten bei der Regeneration der Muskulatur und der Nervenfasern. Besonders bei letzteren ist mit absoluter Regelmässigkeit zu beobachten, dass dieselben in einer ganz bestimmten Richtung regenerieren. Ja man kann geradezu diese Regeneration beschleunigen, wenn man es ihnen erleichtert, diese Richtung einzuschlagen, dadurch dass man z. B. zwei über eine Strecke hin unterbrochene Nerven durch einen Faden miteinander in Verbindung setzt. Wird den Nerven diese Möglichkeit künstlich genommen, wie z. B. bei der Amputation, so wachsen sie nicht mehr in gestreckter Form vorwärts, sondern in der Gestalt eines Knäuels und bilden auf diese Weise die sog. Amputationsneurome. Die Möglichkeit, den Geotropismus auszuüben, ist also eine Bedingung für die normale Regeneration der Nerven, und die Fähigkeit dazu ist eine angeborene Eigenschaft, während die erlangte Form als funktionelle Anpassung aufzufassen ist.

Kassowitz[1]) nimmt an, dass die angeborenen Reflexe und

1) Vitalismus und Teleologie. Biolog. Zentralbl. 1905.

Digitized by Google

Reflexketten, die der Ernährung, der Zirkulation, der Atmung, der Lokomotion und der Fortpflanzung dienen, individuelle Anpassungen seien, und er stellt sich vor, dass dieselben durch Uebung oder Bahnung entstanden und als somatisch erworbene Eigenschaften vererbt wurden. Auch Eimer u. a. haben eine solche Anschauung vertreten. Das ist nach den im vorigen Kapitel auseinandergesetzten Tatsachen zweifellos unrichtig, vielmehr liegen die Verhältnisse so, dass die Bahnen selbst als Anlage vorhanden sind, dass auch gewisse Reflexe von vornherein vererbt werden, dass aber die Ausbildung dieser Reflexe und ganz besonders die bewussten Empfindungen derselben erst entstehen durch die Uebung dieser Bahnen. Die Leitung in denselben ist natürlich auch ohne irgend welche Uebung möglich. Aber sie ist im weiteren ausbildbar in gleicher Weise, wie die Kontraktionsfähigkeit der Muskulatur erblich ist, aber die Muskeln erst durch die Uebung gekräftigt werden können und die Schnelligkeit ihrer Bewegung gesteigert werden kann. Die Möglichkeit der Steigerung einer Funktion durch die Uebung ist also Kassowitz und Eimer zuzugeben, aber der Gedankensprung, den sie machen, indem sie aus dieser Uebung auch die Entstehung der Bahnen ableiten, ist nicht, wie sie meinen, eine logische Schlussfolgerung, sondern im Gegenteil ein ganz undenkbarer Vorgang, für den auch nicht der leiseste Beweis existirt. Derselbe ist ebenso undenkbar wie die Entstehung des langen Halses der Giraffe durch Recken nach den Zweigen höherer Bäume.

Diese Betrachtungen über die individuelle Akkommodation können nicht abgeschlossen werden, ohne auch die Wirkung des Altruismus hervorzuheben. Die gegenseitige Beziehung zwischen den Lebewesen wirkt ebenso als Reiz für individuelle Anpassungen, wie irgend ein anderer Reiz, der von leblosen Körpern und Substanzen oder Kräften ausgeht.

Um zunächst wieder mit den Menschen zu beginnen, so sehen wir, dass die Einwirkung des Berufs, der ja eine ausgezeichnete Betätigung des Altruismus darstellt, auf die Formgestaltung von grossem Einfluss sein kann. Ich will nur einige eklatante Beispiele dafür anführen. Nicht nur die Entwicklung der Muskulatur, sondern auch die äussere Formgestaltung der Extremitäten wird

Digitized by Google

beeinflusst bei all denjenigen Menschen, die sich mit schwerer körperlicher Arbeit zu beschäftigen haben. Die Hände eines solchen Menschen, vor allen Dingen wenn die Beschäftigung schon im frühen Lebensalter begann, sind ungewöhnlich gross und breit. Das ganze Knochensystem schliesst sich der Vergrösserung an, besonders dasjenige der Hände, aber man findet bei solchen Menschen auch Verdickung der Wirbelkörper, Verdickung der Rindensubstanz, der Röhrenknochen und der Knochenspangen in der Spongiosa. Ja sogar auf die Kiefer- und Schädelknochen kann sich der Prozess erstrecken. Speziell äussert er sich auch an denjenigen Stellen der Knochen, wo Muskeln ansetzen, und es entstehen mitunter dadurch geradezu Exostosen. Die linke Hand der Violinspieler ist stets kräftiger geformt, die Finger länger, die Bewegungen präziser und schneller als auf der rechten Seite.

Die Gelenkflächen der Schädelbasis neben dem Foramen magnum occipitale sind beim Menschen ursprünglich symmetrisch, wie man heute noch bei allen unkultivierten Völkern sehen kann. Bei allen Menschen aber, die nicht Analphabeten sind, die von Jugend auf beim Schreiben und Lesen den Kopf nach der linken (andere nach der rechten) Seite neigen, sind diese Gelenkflächen asymmetrisch entwickelt. Man kann fast aus der Existenz dieser Asymmetrie auf den kulturellen Zustand des Individuums schliessen[1]).

Die erworbene Kurzsichtigkeit und die damit verbundene Verlängerung des Bulbus entsteht bei Menschen, die von Jugend auf viel lesen, vor allen Dingen bei solchen, die dabei die Gewohnheit haben, mit dem Kopf dicht an die Schrift heranzugehen und dadurch eine fortwährende starke Akkommodation ausüben. Zunächst tritt die Kurzsichtigkeit auf unter der Bildung eines Akkommodationskrampfes. Derselbe wird zwar von manchen Ophthalmologen geleugnet. Ich habe seinerzeit aber für seine Existenz einen direkten Beweis beigebracht[2]). Erst allmählich bildet sich die dauernde Formveränderung des Bulbus aus. Eine solche erworbene Kurzsichtigkeit ist niemals erblich, wenn sie nicht bereits von vornherein auf erblicher Veranlagung beruht, sondern in Wirklichkeit erst erworben ist.

1) v. Hansemann, Zeitschr. f. Ethnologie. Heft 6. 1908.
2) Virchows Arch. Bd. 115. 1889.

Digitized by Google

Dass der Beruf und auch andere äussere Umstände den gesamten Gesichtsausdruck beeinflussen, ist eine bekannte Tatsache. Die Möglichkeit, einzelne Berufsarten schon an der äusseren Erscheinung zu erkennen, beruht nicht allein auf der Aufmachung (Kleidung, Haartracht usw.), sondern zum grossen Teil auf charakteristischen Eigentümlichkeiten des Gesichtsausdruckes. Dieser ist ja vorzugsweise zurückzuführen auf Faltenbildungen, die zunächst in dem jugendlichen Gesichte nicht vorhanden sind und erst allmählich durch die Uebung sich entwickeln, dann aber dauernde Eigentümlichkeiten werden. Dadurch gewinnen z. B. Menschen mit anhaltender geistiger Tätigkeit einen anderen Gesichtsausdruck als diejenigen, deren Arbeit hauptsächlich eine körperliche ist. Menschen, die in ihrem Leben viel Gemütsbewegungen durchgemacht haben, bekommen eine andere Faltenbildung und deswegen einen anderen Ausdruck des Gesichts als diejenigen, die vorzugsweise ein heiteres Schicksal hatten. Menschen, die in einer sonnigen Gegend leben, besonders wenn die geologische Beschaffenheit eine helle Färbung der Landschaft mit sich bringt, bekommen durch das fortwährende Zusammenkneifen der Augen in ihrem Alter einen Gesichtsausdruck, den sie auch nicht mehr verlieren, wenn sie sich im Dunkeln befinden. Es ist durchaus auffällig, wie die arischen Einwohner der Vereinigten Staaten von Amerika, gleichgiltig welcher europäischen Völkerrasse sie entstammen, schon nach kurzer Zeit eine gemeinsame Aehnlichkeit in dem Gesichtsausdruck bekommen, der fast als Rasseneigentümlichkeit aufgefasst werden könnte. Offenbar beruht diese allmählich sich entwickelnde Aehnlichkeit auf den allen gemeinsamen Lebensbedingungen, hauptsächlich wohl auf der hastenden und jagenden Konkurrenz, die alle zu einer fortwährenden Aufmerksamkeit und Anspannung aller geistigen und körperlichen Kräfte veranlasst. Es ist bekannt, dass die schwerhörigen Menschen einen eigentümlichen lauernden Gesichtsausdruck bekommen, der offenbar davon herrührt, dass sie sich bemühen, erstens mit der noch übrig gebliebenen Gehörfähigkeit auch die leisesten Spuren eines Schalls aufzufassen, zweitens aber darauf, dass sie mit den Augen den Bewegungen des Mundes der anderen Leute zu folgen sich bestreben, um dadurch ihre Schallaufnahme zu erleichtern. Darwin

Digitized by Google

hat ja in seinem bekannten Buch über den Gesichtsausdruck bei Gemütsbewegungen eine grosse Menge von Beispielen angeführt, die in das gleiche, hier erwähnte Gebiet hineingehören.

Bei den Tieren tritt eine solche individuelle Akkommodation naturgemäss viel weniger hervor, weil ja dort die Verschiedenheit des Berufs nur in sehr geringem Masse besteht und in der Regel, wo sie vorkommt, z. B. als Kettenhund, Zughund, Stubenhund usw., nicht eine so willkürlich gewählte ist wie beim Menschen, sondern sich mehr der angeborenen Fähigkeit anschliesst. Bei denjenigen Tieren, die in Herden leben, sind immer diejenigen Individuen die Führer, die Aufpasser, die Wachtposten, die dazu durch ihre körperliche und geistige Veranlagung am meisten geeignet erscheinen, oder durch ihr Alter die grösste Erfahrung besitzen. Dagegen ist zweifellos die Arbeitsteilung bei den Siphonophoren und ähnlichen in Cormen lebenden Individuen auf eine solche individuelle Anpassung zu beziehen, die durch altruistische Reize hervorgebracht wurden.

Im Einzelindividuum erstrecken sich die altruistischen Reize lediglich auf die Form und die Grösse, sowie auch auf die Stärke der Funktion, nicht aber auf die Art der Funktion, wie aus den früheren Betrachtungen über den Altruismus genügend hervorgeht.

Es ist vielfach, besonders in der menschlichen Pathologie, von angeborenen und erworbenen Dispositionen die Rede, und schon im vorigen Kapitel wurde ausführlich auf diesen Gegenstand eingegangen. Jetzt wird es nun verständlich, was man unter angeborener und erworbener Disposition zu verstehen hat. Die angeborene Disposition besteht in den Organisationsmerkmalen, die erworbene Disposition in den individuellen Anpassungen. Die erstere entsteht in derjenigen Periode, die Roux als die erste kausale Periode in der Entwicklung bezeichnet hat. Es ist das diejenige der Organanlage, in welcher alle Organe zufolge der vererbten, also im Keimplasma determinierenden Faktoren angelegt und weiter ausgebildet werden. Die erworbenen Dispositionen entstehen in der zweiten Rouxschen Periode, in welcher die weitere funktionelle Ausgestaltung der Organe und ihr Wachstum nur noch durch die gestaltende Nebenwirkung der Erhaltungsfunktion oder des funktionellen Reizes vermittelt wird. Die von Roux als dritte

Digitized by Google

Periode zwischen diese beiden eingeschobene ist ja eigentlich nicht eine von diesen beiden differente, sondern bezeichnet nur den Raum, in dem sich die erste mit der zweiten vermischt. Doch können erworbene Dispositionen, individuelle Anpassungen das ganze Leben hindurch weiter entstehen und sich verändern, so dass also die zweite Periode Roux' sich nicht nur auf die Zeit der Entwicklung und das Wachstum, sondern auf das ganze übrige Leben erstrecken würde.

Roux führt diese Anpassung zurück auf den Kampf der Teile im Organismus, den sogenannten Intralkampf. Er gibt aber zu, „dass er von der funktionellen Anpassungsfähigkeit, als einer zwar in ihrer Existenz sicher nachgewiesenen, aber nicht erklärten Tatsache ausgeht". Roux bezieht diesen Intralkampf nur auf gleichartige Elemente, also zwischen den Molekeln einer Zelle und den Zellen desselben Gewebes. Zwischen heterogenen Grössen dagegen soll der Kampf von untergeordneter Bedeutung sein und nur das Gleichgewicht derselben kontrollieren und regulieren. Pfeffer zieht eine solche Grenzlinie nicht. Plate[1]), der sich in kritischer Weise ausführlich mit diesen Dingen beschäftigt, präzisiert seine Ansicht in folgender Weise: „Ich bestreite also nicht, dass es trophische Reize gibt, und leugne ebenso wenig, dass ein Intralkampf häufig bis zu einem gewissen Grade stattfindet, nämlich bei beweglichen Zellen. Sondern die folgenden Bemerkungen sollen nur zeigen, dass 1. das Gesetz der funktionellen Anpassung nicht durch den Intralkampf erklärt wird: beide Erscheinungen, die trophische Reizbarkeit und der Kampf der Teile sind ganz unabhängig voneinander; 2. dass der Intralkampf nur eine ganz untergeordnete Bedeutung hat und nicht zu inneren Zweckmässigkeiten führt, sondern diese entstehen wie die äusseren Anpassungen nach dem Prinzip der natürlichen Zuchtwahl, wobei freilich die trophische Reizbarkeit vielfach unterstützend eingreift." Im weiteren setzt dann Plate auseinander, dass innere Anpassung und äussere nicht in einem scharfen Gegensatz zueinander stehen. Wenn Plate S. 143 sagt: „In der Ontogenese spielt der Intralkampf keine Rolle. Die Furchung und Embryonalentwicklung wird vollständig

1) Selektionsprinzip. 1903.

Digitized by Google

beherrscht von der Vererbung, so dass für den Kampf der Teile nichts mehr zu tun übrig bleibt", so kann das nicht vollkommen anerkannt werden. Aus der Pathologie kann man viele Beispiele anführen, dass der Intralkampf vor allen Dingen die Grösse und und Form unter Umständen sehr wesentlich bestimmen kann, die Funktion allerdings nur quantitativ ändert und zwar immer nur so weit, als das Bedürfnis dazu vorliegt. Es sei aber auch hier nochmals wie auch schon früher bemerkt, dass der Ausdruck Kampf wohl überhaupt nicht ganz richtig gewählt ist. Es handelt sich nicht um einen gegenseitigen Kampf, sondern um ein gegenseitiges Paktieren miteinander auf der Basis altruistischen Geschehens.

Wenn wir nun in dieser Weise sehen, dass durch funktionelle Anpassung die äussere Form auf der Basis einer angeborenen Disposition in der verschiedensten Weise verändert werden kann, so ist doch wieder aus den Betrachtungen über den Altruismus und über die Korrelation ersichtlich, dass diese funktionelle Anpassung niemals ausschliesslich einen Bestandteil des Körpers allein betreffen kann, sondern sie muss notwendig alle zu diesem Körperteile durch Korrelation oder Altruismus in Beziehung stehenden anderen Teile mit ergreifen. Das erkennt auch Wettstein[1]) an, der sagt: „Weiter ist es von Wichtigkeit, hervorzuheben, dass durch direkte Anpassung selten nur eine Eigentümlichkeit verändert wird, sondern dass sich zumeist Eigenschaften so miteinander kombiniert erweisen, dass nicht direkt getroffene eine Mitwirkung erleiden." Es ist nur notwendig, in diesem Satze Wettsteins an Stelle von selten „niemals" oder „in keinem einzigen Falle" zu setzen, um den wirklichen Tatsachen gerecht zu werden. Hierfür ergibt die Pathologie zahlreiche Beweise, von denen eine Anzahl in dem Kapitel über Altruismus erwähnt wurden.

Roux u. a. haben diejenigen Zustände, die durch die funktionelle Anpassung zustande kommen, scharf von den Organisationsmerkmalen getrennt, und das ist auch in den vorangegangenen Aus-

1) Der Neolamarckismus und seine Beziehung zum Darwinismus. Jena 1903. S. 13.

Digitized by Google

führungen so geschehen. Es ist indessen daran festzuhalten, dass uns nirgendwo im Körper der Tiere und der Pflanzen eine Organisationsanlage in ursprünglicher, unveränderter Weise entgegentritt, sondern überall ist dieselbe im fertigen Zustand schon beeinflusst durch funktionelle Anpassung an äussere Bedingungen, und daher ist es so ausserordentlich schwer, in jedem einzelnen Falle die scharfe Grenze zwischen dem zu ziehen, was ursprünglich vorhanden war und was erst durch funktionelle Anpassung hinzugekommen ist. Das ist aber für die hier vorliegenden Betrachtungen auch zunächst ganz gleichgültig, wenn nur daran festgehalten wird, dass durch die funktionelle Anpassung solche Veränderungen auftreten, und darüber besteht im Prinzip heutzutage keine Diskussion mehr.

Es ist zweifellos, dass diese Veränderungen nicht nur morphologischer Natur sind, sondern sie müssen notwendigerweise auch auf die Funktion einen Einfluss ausüben, der zunächst nur ein quantitativer ist, wie aus den ganzen Betrachtungen hervorging. Dadurch dass aber nun andere Körperteile, die mit den primär veränderten in altruistischer Beziehung stehen, ebenfalls beeinflusst werden, wird die Möglichkeit gesteigert, auch qualitative Veränderungen zu entwickeln, falls der betroffene Teil sich in einem dahingehenden labilen Gleichgewicht befindet. Ja in diesem Sinne könnte man sich vorstellen, obwohl das nicht tatsächlich beobachtet ist, dass auch primär getroffene Teile schon qualitative Veränderungen erleiden. Wenn nun die funktionelle Anpassung Teile des Körpers betrifft, die in altruistischer Beziehung zu den Geschlechtszellen sich befinden, oder wenn die funktionelle Anpassung beinahe den ganzen Körper betrifft, oder endlich wenn die äussere Einwirkung durch den äusseren Körper hindurch die Geschlechtszellen direkt treffen kann, so müssen auch diese, so lange sie noch integrierende Bestandteile des Körpers sind, in irgend einer Richtung beeinflusst werden. Es wird nun im weiteren wesentlich davon abhängen, ob diese Geschlechtszellen gewisse labile Eigenschaften besitzen, oder ob die Einwirkung so beschaffen ist, dass sie gerade die im labilen Zustande sich befindenden Bestandteile dadurch getroffen haben. Bestehen diese beiden Bedingungen, so kann eine Veränderung in den Geschlechtszellen hervorgerufen werden, die die Möglichkeit

Digitized by Google

der Entwicklung neuer Formen bedingen, wenn die Geschlechtszellen durch Reifung aus dem Verbande des Körpers ausgetreten sind.

Auf diese Weise ist es ersichtlich, dass die theoretische Möglichkeit, ja sogar eine grosse Wahrscheinlichkeit besteht, dass aus den funktionellen Anpassungen heraus auch eine Veränderung der Organisationsanlagen sich entwickelt. Aber jeder, der diesen Auseinandersetzungen gefolgt ist, wird begreifen, dass damit keineswegs die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften gemeint ist, und dass nicht die funktionelle Anpassung als solche vererbt wird. Auch ist daraus ersichtlich, dass nicht bestimmte äussere Veränderungen, die durch Anpassung oder künstlich hervorgerufen wurden, als solche übertragen werden können, und dass es, wenn dieses Wort erlaubt ist, zu gebrauchen, lediglich vom Zufall abhängt, welche labilen Teile des Keimplasmas durch diese Veränderungen getroffen wurden. Es soll durch diese Betrachtungen zum Ausdruck gebracht werden, wie man es sich vorstellen kann, dass funktionelle Anpassungen auf eine Umänderung erblicher Eigenschaften hinwirken können, nicht indem sie sich selbst vererben, sondern indem sie die Bedingungen zu irgendwelchen Abänderungen des Keimplasmas schaffen.

Digitized by Google

10. Kapitel.

Epidemien.

Epidemie bedeutet ursprünglich über das Volk verbreitet, und es hat sich der Begriff allmählich so herausgebildet, dass er nur für ansteckende Krankheiten angewendet wird. Solche ansteckenden Krankheiten aber kommen, wie allmählich immer mehr bekannt wurde, nicht durch irgend ein luftförmiges Miasma zustande, sondern sie stellen einen Kampf dar zwischen zwei Organismen, von denen das eine auf das andere schädlich einwirkt. Dabei ist aber zur Verbreitung einer solchen Epidemie die ungeheure Anhäufung des schädlich wirkenden Organismus notwendig. Wir stellen uns nun gewöhnlich vor, dass bei einer solchen Epidemie der massenhaft entwickelte Organismus sehr klein ist und parasitische Eigenschaften besitzt. Das ist natürlich nur eine konventionelle Vorstellung. Man kann ebenso gut von einer Epidemie sprechen, wenn irgend eine Pflanzen- oder Tierart in einer solchen Menge auftritt, dass sie anderen Pflanzen- oder Tierarten schädlich wird, und es bestehen dabei nicht nur einseitige Beziehungen zwischen Tieren und Tieren und Pflanzen und Pflanzen, sondern auch wechselseitige zwischen Tieren und Pflanzen. Wir wissen, dass Tiere in grosser Zahl zugrunde gehen können durch das massenhafte Auftreten solcher pflanzlichen Lebewesen, wie z. B. bei Cholera-, Typhus-, Pestepidemien, und wir wissen auch, dass tierische Parasitenepidemien unter Tieren auftreten können, wie z. B. durch das Malariaplasmodium, durch die Trypanosomen, die Pyroplasmen und vieles andere. Wir sehen dann auch wieder, dass Pflanzen durch Pilzkrankheiten geschädigt werden können, so

Digitized by Google

dass sogar ganze Bestände dadurch zugrunde gehen, und wir sehen weiter, dass Pflanzen durch massenhaft auftretende Tiere vernichtet werden können, wie z. B. ganze Wälder zerstört werden durch massenhaftes Auftreten von Bohrkäfern, der Nonnenraupe usw. Das Charakteristische aller dieser Erscheinungen ist aber nicht das eigentlich Parasitäre, sondern die massenhafte Entwicklung zahlreicher schädigender Individuen.

Diese eigentümliche Erscheinung der Massenentwicklung tritt uns nun ganz offenbar nicht bloss in der Gestalt dieser kleineren Lebewesen entgegen, sondern sie hat zu allen Zeiten der phylogenetischen Entwicklung des Tierreiches existiert. Wenn wir bedenken, dass die geologischen Schichten uns nur einen ganz kleinen Teil von dem wiedergeben, was ursprünglich an Lebewesen auf der Welt existierte, so können wir uns eine annähernde Vorstellung davon machen, wie zahlreich die Individuen gewesen sein müssen, die wir in geologischen Ablagerungen in grossen Massen auffinden. Man kann leicht davon eine Vorstellung gewinnen, wenn man unsere Aecker nach Resten von Mäusen durchsucht. Jährlich gehen sicherlich Hunderttausende von Mäusen auf den Aeckern zugrunde, und doch wird man nur äusserst selten einmal bei Nachgrabungen einige Reste von diesen Tieren auffinden können. Dabei spielen natürlich auch die Umstände der Konservierung eine grosse Rolle. Manche Teile von Tieren haben eine ausserordentliche Widerstandsfähigkeit, so z. B. die kalkigen Kutikulargebilde vieler Mollusken. An anderen Stellen wiederum sind offenbar besonders günstige Umstände tätig gewesen, die die Erhaltung von Knochen, von Chitinsubstanzen und selbst von Abdrücken von Weichteilen zuliessen. Solche günstigen Umstände schaffen dann Naturdenkmäler von grösster Bedeutung. Wenn man z. B. in Schweizersbild bei Schaffhausen in den Kulturschichten über 60000 zoologische Objekte fand, so ist das wesentlich dem Schutz zu danken, den der überhängende Fels vor den Witterungseinflüssen gewährt, während auf freien Feldern gerade die Kulturschichten der Konservierung schädlich sind. Aber auch diese 60000 Objekte stellen zweifellos nur einen kleinen Teil der dort zur Anhäufung gekommenen Gegenstände dar, Trockenheit einerseits, schnelle Eindeckung durch Ablagerungen im Wasser, Ab-

Digitized by Google

schluss von der Luft, Inkrustationen mit Salzen, die in den durchsickernden Gewässern vorhanden sind und manches andere ist hier als Ursache der Konservierung heranzuziehen. Aber trotz der günstigsten Bedingungen für die Konservierung werden wir die Ueberzeugung gewinnen müssen, dass, wenn wir an irgend einer Stelle in irgend einer geologischen Schicht eine grosse Menge irgend einer bestimmten Tier- oder Pflanzenart vorfinden, diese in ungeheurer Masse existiert haben muss. Die ganze Betrachtungsweise der geologischen Forschung beruht ja auf der Existenz solcher Leitfossilien, und unter Leitfossilien haben wir uns immer die Reste solcher Tiere und Pflanzen vorzustellen, die in ungeheuren Massen existiert haben müssen, die die Fauna an einem Orte oder zu einer Zeit vollständig beherrschten. Wenn wir die Anhäufungen von Trilobiten in der Mitte der paläozoischen, und von Ammoniten am Ende der paläozoischen Periode beobachten, wenn wir weiter sehen, wie manche Schichten von bestimmten Fischarten durchsetzt sind, wie dann in späterer Zeit die Saurier zu einer ungeheuren Entwicklung kamen, wie dann weiter im Tertiär die Säugetiere in solchen Massen auftraten, dass an manchen Orten die grössten Anhäufungen ihrer Knochenreste gefunden werden, wie z. B. in Pikermi und im Pariser Becken, so können wir keinen Zweifel darüber hegen, dass es ungezählte Millionen von diesen Tieren gegeben haben muss, wenn trotz der starken Zerstörung noch so zahlreiche Reste davon uns überliefert wurden. Welche Massen von Mammut muss es in der Intraglazialperiode gegeben haben, wenn sich solche Anhäufungen finden wie im nördlichen Sibirien, wo an manchen Stellen die Ausnutzung dieser Reste für den Elfenbeinhandel noch in moderner Zeit sich lohnt, und wenn man z. B. in der Umgegend von Berlin in Kiesgruben die Knochen dieser Riesen zentnerweise auffindet. Wie ungeheuerlich muss die Zahl der Phryganiden gewesen sein, deren Gehäuse im Indusien-Kalk Lagen bis zu 3 Meter Dicke abgeben. Auch können wir uns eine Vorstellung davon bilden, wenn wir die Riff bildenden Bryozoen und Korallen betrachten, von denen z. B. die Gattung Porites von der Kreidezeit bis jetzt ganze Länder aufgebaut hat.

Ich glaube in Wirklichkeit, dass nichts im Wege steht, in

Digitized by Google

allen solchen Fällen von dem epidemischen Auftreten solcher Tierarten zu sprechen, wodurch die einzelnen Perioden oder auch einzelne Lokalitäten ganz besonders charakterisiert wurden. Die Verhältnisse, die damals obgewaltet haben, müssen in der Tat ganz ähnliche gewesen sein, wie sie auch heute noch vorkommen, und es gibt genügende Beispiele dafür, die wir anführen können, wie plötzlich an irgend einer Stelle ungeheure Mengen von Individuen irgend einer Art sich entwickelten, wenn nur einige wenige dorthin versetzt wurden und unter besonders günstige Verhältnisse kamen. So ist bekannt, wie die wilden Kaninchen, die ursprünglich in Australien nicht heimisch waren, durch einen Jagdliebhaber dort eingeführt, eine solche Verbreitung fanden, dass sie ungeheuren Schaden anrichteten, der sich auf viele Millionen bezifferte. Man hat sich vergebens bemüht, dieser Kaninchenepidemie entgegenzutreten und diese schädlichen Tiere, die bei uns nur ausnahmsweise in solcher verderblichen Masse auftreten, in Australien wieder auf eine erträgliche Zahl zu reduzieren.

In ähnlicher Weise ist es nach der Einführung des Sperlings in Amerika gegangen. Auch dieser ist 1868 zufälliger Weise von Europa hinüber gekommen und hat sich dann dort in solchen Massen vermehrt, dass er zu einer wahren Landplage wurde und Mittel ersonnen werden mussten, seine Vermehrung einzuschränken. Er ist heute das häufigste Tier der Vereinigten Staaten vom atlantischen bis zum stillen Ozean. Er ist also ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, wie ein Tier, das in seiner Heimat eine unzweifelhaft nützliche Funktion verrichtet, unter andere Verhältnisse gebracht, zu einem ausgesprochenen Schädling werden kann. Auch die Reblaus gibt ein gutes Beispiel für ähnliche Verhältnisse, denn während dieselbe in Amerika nur ausnahmsweise grosse Schädigungen anrichtet, ist sie in Europa an vielen Stellen geradezu vernichtend aufgetreten, und man hat daher mit Recht besondere Vorsichtsmassregeln ergriffen, dass nicht der gleiche Zustand für die Obstbäume in der St. José-Schildlaus sich entwickelte. Umgekehrt sind auch Beispiele bekannt geworden, wo Insekten, die bei uns vollständig harmlos waren, in andere Länder importiert, zu schweren Schädigungen führten. Besonders gilt das von einigen den Waldungen gefährlich werdenden Schmetterlings-

Digitized by Google

arten, z. B. dem Schwammspinner (Lymantria dispar) und dem Goldafter (Euproctis chrysorrhoea)[1]).

Interessant sind auch diejenigen Fälle, wo Tierarten importiert wurden und dadurch verwandte einheimische Arten vollkommen verdrängten. Die bekanntesten Beispiele sind diejenigen der Wanderratte, die die Hausratte so weit verdrängt hat, dass Exemplare derselben nur noch ganz ausnahmsweise gefunden werden. Ebenso ist es mit der Blatta orientalis gegangen, die die europäische Spezies vollständig vertrieben hat. Besonders deutlich treten solche Zustände auf kleineren ozeanischen Inseln hervor, und ich entnehme den Angaben Plates, dass auf St. Helena und Juan Fernandez die ursprüngliche einheimische Fauna und Flora wesentlich modifiziert worden ist durch zufällig oder absichtlich eingeschleppte und dann verwilderte Formen aus anderen Ländern. In Argentinien, Chile, Kap der Guten Hoffnung und in Australien waren ursprünglich an Stelle unserer Regenwürmer Terriculaarten verbreitet. Es sind dann die Lumbriciden zufällig aus paläo- und neoarktischen Regionen in diese Länder eingeschleppt worden, und diese haben dort so günstige Entwickelungsbedingungen gefunden, dass sie die Terriculaarten fast vollständig verdrängt haben. Nach Darwins Angabe[2]) verdrängt in Australien die eingeführte Stockbiene die einheimischen Bienen ohne Stachel, in Schottland die Misteldrossel die Singdrossel, in Amerika eine Schwalbenart die andere.

Hier würden sich dann auch diejenigen Fälle anschliessen, wo regionär unter ganz besonders günstigen Bedingungen plötzlich grosse Massen einer bestimmten Tierspezies auftreten, wie es gelegentlich mit verschiedenen Culexarten, mit dem Kohlweissling, dem Kiefernspinner, der Nonne, der Forleule, dem Kiefernspanner, dem Buchenspinner, dem Eichenprozessionsspinner, der Kiefernblattwespe usw. gegangen ist, und wie es sich z. B. periodisch mit den Maikäfern, den Heuschrecken und den Ephemeren (Palingenia horaria) wiederholt. Beispiele dieser Art sind in der Literatur in

1) Heymons Naturwissenschaftl. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft. 1908. Heft 1.

2) Entstehung der Arten. S. 89.

Digitized by Google

grosser Zahl vorhanden, und die Ursachen dafür sind vielfach studiert worden.

Zum Zustandekommen des epidemischen Auftretens einer Art gehören offenbar sehr verschiedene Bedingungen, und es würde sich nicht generell angeben lassen, warum solche Massen plötzlich Gelegenheit finden, sich zu entwickeln. Jede Tier- und Pflanzenart hat in dieser Richtung ihre besonderen Entwicklungsbedingungen, und bei jeder Art können die Bedingungen sehr verschiedener Natur sein. Bei epidemisch auftretenden Krankheiten hat man früher in diesem Sinne von dem Genius epidemicus gesprochen, später hat Pettenkofer daraus seine unbekannte Grösse in der Entstehung der Epidemien formuliert. Die Aera der Bakteriologie hat eine Zeitlang geglaubt, dieser Betrachtungen entbehren zu können. Aber allmählich hat man eingesehen, dass man zur Erklärung des Zustandekommens einer Epidemie nicht ohne den Genius epidemicus, die unbekannte Grösse Pettenkofers, auskommt. Wir haben in der Tat zahlreiche Beweise dafür, und manche Beispiele haben gezeigt, dass man über diese unbekannte Grösse doch mehr aussagen kann, als im ersten Moment möglich schien. Und ich glaube, dass das ganz besonders der Fall sein wird, wenn man sich bei den Betrachtungen solcher Epidemien nicht allein auf diejenigen Fälle beschränkt, die dem gewöhnlichen Sinne einer Epidemie entsprechen, sondern wenn man diesen Begriff in der vorher angedeuteten Weise weiter fasst und darunter das massenhafte Auftreten irgend einer Tier- oder Pflanzenart versteht.

Es hat sich bisher gezeigt, dass die einfache Anwesenheit irgend eines schädlichen Bakteriums noch nicht genügt, um das Zustandekommen eines Krankheitsfalles, geschweige denn einer Epidemie hervorzubringen. Der einzelne Krankheitsfall entwickelt sich nur unter der Bedingung, wenn gleichzeitig mit dem Eindringen des Schädlings ein zu der Krankheit disponiertes Individuum vorhanden ist. Eine Epidemie entsteht nur dann, wenn gleichzeitig mit ungeheurer Vermehrung der Schädlinge die Zahl der disponierten Individuen zunimmt. Wie aber ganz unzweifelhaft aus vielen Beispielen hervorgeht, kann diese Disposition durch äussere Bedingungen vermehrt werden. So sehen wir, dass Epidemien verschiedener Art auftreten bei grossen Menschenanhäufungen an Orten,

Digitized by Google

an denen sich nicht die ausreichenden hygienischen Bedingungen schaffen lassen, und daher finden wir in Kriegsfällen stets Epidemien der verschiedensten Art, besonders sind das Typhus, Pocken, Dysenterie, gelegentlich auch Cholera. In solchen Fällen treten diejenigen Zustände ein, die früher ganz allgemein auch in Gemeinden geherrscht haben, d. h. es besteht eine mangelhafte Trinkwasserzufuhr und vor allen Dingen eine mangelhafte Abfuhr der Fäkalien, wodurch in kürzester Zeit eine starke Verunreinigung des Bodens stattfindet. Wir haben gesehen, dass Typhusepidemien aus allen Städten mit ausreichenden Wasserleitungen und Assanierung des Bodens, durch vernünftige Entfernung der Abwässer und Fäkalien als solche fast vollständig verschwunden sind oder jedenfalls so eingeschränkt wurden, dass sie eine besondere Rolle nicht mehr spielen. Wenn aber irgendwo in diesen Verhältnissen Störungen eintreten, so entwickelt sich sofort die Epidemie. Dafür hat man sehr häufig Beispiele gehabt, und das Charakteristische war zweifellos die grosse Typhusepidemie im Jahre 1904 in Gelsenkirchen und Umgebung. Durch die sich an dieses Ereignis anknüpfenden Gerichtsverhandlungen sind die einzelnen Punkte dieser Epidemie vollständig geklärt worden. Es war, da nicht genügend Wasser geliefert werden konnte, unfiltriertes Ruhrwasser in die Wasserleitungen gelassen worden, und im zeitlichen Anschluss daran entwickelte sich diese Epidemie. Man kann nun sagen, mit dem Ruhrwasser sind massenhafte Typhusbazillen in die Wasserleitungen gelangt. Aber in Wirklichkeit hat die Untersuchung des Wassers niemals Typhusbazillen auffinden lassen, und daher musste auch die richterliche Freisprechung der angeklagten verantwortlichen Persönlichkeiten erfolgen. Aber vom ärztlichen Standpunkt aus kann kein Zweifel bestehen, dass das Hineinführen unfiltrierten Ruhrwassers, in das sich die Fäkalien verschiedener Ortschaften ergiessen, die Ursache der Epidemie gewesen ist. Es genügt bei Anwesenheit des Typhusbazillus die Hineinbringung von Fäulnisprodukten in den Darm, um die Erkrankung an Typhus zu erzeugen, und so kann die Typhusepidemie entstehen, auch wenn in dem getrunkenen minderwertigen Wasser selbst Typhusbazillen garnicht vorhanden waren. Die Fäulnisprodukte, die im Wasser enthalten sind, erzeugen im Darm die Möglichkeit, dass sich die vielleicht von

Digitized by Google

anderswoher oder auch mit dem Wasser selbst eingeführten Typhusbazillen in ungeheurer Menge vermehren. Bei Choleraepidemien kann man beobachten, dass in den einzelnen Fällen irgend ein Diätfehler ausreicht, um den Choleraanfall auszulösen. Daher ist es gefährlich, in solchen Zeiten, wo offenbar Choleravibrionen in grosser Menge vorhanden sind, solche Diätfehler zu begehen, und in der Regel sind solche Menschen, die in Choleradistrikten wohnen, vor der Krankheit geschützt, die sorgfältig vermeiden, durch Genuss von rohem Obst oder schlechten Getränken usw. ihre normale Darmtätigkeit zu stören. Man sieht in Epidemiezeiten auch in der Regel, dass neben den eigentlichen typischen Erkrankungsfällen auch solche verwandter Natur vorkommen. So waren z. B. in dem Cholerajahr 1892, wo ausser in Hamburg an wenigen anderen Orten eigentliche Cholerafälle vorkamen, gleichzeitig die Sommerdiarrhoen der Kinder, die Cholera nostras und sporadische leichtere Darmkatarrhe ausserordentlich verbreitet. Schon 1866 während des österreichischen Krieges hatte man die bestimmte Vorstellung, dass die Choleraepidemie durch das Wasser Verbreitung fände, und es wurde deswegen beschlossen, destilliertes Wasser zu trinken. Die chemischen Fabriken konnten nicht genug destilliertes Wasser liefern. Aber man bedachte dabei unglücklicherweise nicht, dass destilliertes Wasser selbst ein starkes Zellgift ist und die Magenfunktion ausserordentlich stört. Infolgedessen wurde dadurch die Choleraepidemie nicht eingeschränkt, sondern im Gegenteil dazu auch noch zahlreiche Darm- und Magenkatarrhe erzeugt.

Ein klares Beispiel über das Entstehen solcher Epidemien hat auch die Typhusepidemie in Südwestafrika abgegeben. Schon einige Zeit vor dem Ausbruche des Hereroaufstandes bestand in Swakopmund eine Typhusepidemie, die aber vollständig beseitigt wurde durch Einführung einer geeigneten Abfuhr, so dass zur Zeit des Aufstandes selbst in Swakopmund und Umgebung Typhusfälle nicht mehr vorgekommen sind. Sofort mit dem Ausbrechen des Aufstandes unter Anhäufung von Truppen an für dieselben nicht vorbereiteten Orten entwickelte sich die Epidemie und zwar ganz kongruent mit der Anhäufung auch anderer Krankheiten, so dass die Kurve der Typhusfälle parallel läuft mit der Kurve der übrigen

Digitized by Google

Erkrankungen[1]). Auch hier wurde also der Boden für die Verbreitung der Typhusbazillen und für die Entstehung der Disposition der einzelnen Individuen durch die allgemeinen Verhältnisse bedingt.

Sehr charakteristisch verhalten sich auch die Pockenepidemien in einem Kriegsfall. Man sieht, dass unter gewöhnlichen Bedingungen die Schutzimpfung gegen die Pocken vollkommen ausreicht, um grössere Epidemien zu verhindern. Selbst wenn einzelne Pockenfälle gelegentlich aus Ländern, in denen ein Impfzwang nicht besteht, in solche mit Impfzwang eingeführt werden, so entsteht doch daraus unter gewöhnlichen Bedingungen niemals eine Pockenepidemie. Wohl können sich einige kollaterale Infektionen einstellen, aber dieselben verlaufen ausserordentlich leicht und tragen nicht zur Verbreitung der Krankheit bei. Ein sehr lehrreiches Beispiel dieser Art hat sich vor einigen Jahren im Krankenhaus Friedrichshain zu Berlin ereignet, das auch zeigt, wie selbst ohne Absperrung eine Pockenepidemie unter sehr günstigen hygienischen Bedingungen in einem Lande mit allgemeinem Impfzwang nicht zum Ausbruch kommt. Es wurde nämlich ein aus Russland zugereistes und an Pocken erkranktes Kind in das Krankenhaus eingeliefert und starb daselbst. Aus hier nicht weiter zu diskutierenden Gründen war die Diagnose auf Pocken nicht gestellt worden, sondern man hatte Windpocken angenommen, und es war infolgedessen eine schärfere Absperrung nicht erfolgt. Erst bei der Sektion stellte es sich heraus, dass es sich um echte Pocken handelte, und es erkrankte nun eine Anzahl von Personen, die mit dem Kinde in Berührung gekommen waren, so unter anderen der behandelnde Assistenzarzt, die Pflegeschwester und ein Tapezierer, der zufällig zu dieser Zeit auf dem Krankenpavillon beschäftigt gewesen war. Alle diese Fälle verliefen typisch, aber leicht und gingen in Heilung über. Unter den Erkrankten befanden sich auch zwei Famuli des pathologischen Instituts. Dieselben hatten mit der Sektion selbst nichts zu tun, sondern hatten nur, um die Hautveränderung zu betrachten, das Betttuch aufgehoben, in das die Leiche des Kindes eingewickelt war. Die Erkrankung dieser beiden Herren war so leicht, dass sie nur eine geringe Fiebersteigerung

1) Kolonialkongress Berlin 1905. S. 2.

Digitized by Google

bekamen und von der Art ihrer Erkrankung keine Vorstellung hatten. Sie waren deswegen beide, obwohl sie Pockeneruptionen schon an ihrer Haut hatten, noch in einem Berliner Tanzlokal gewesen und waren dort mit zahlreichen Personen in nähere Berührung gekommen. Trotzdem entwickelte sich keine Epidemie, und es traten überhaupt weitere Krankheitsfälle nicht auf. Ganz anders dagegen ist es, wenn Pockenfälle sich ereignen unter einer unter unhygienischen Verhältnissen befindlichen Menschenmasse, selbst wenn dieselbe durchweg geimpft ist, wie man es in Kriegsfällen beobachtet. Da sieht man sehr bald, dass selbst die Impfung nicht ausreicht, um das Entstehen einer Epidemie zu verhindern, und dass selbst unter diesen geimpften Individuen eine grössere Zahl und viele derselben nicht unschwer erkranken. Freilich besteht auch dann noch ein erheblicher Unterschied zwischen einer geimpften und einer nicht geimpften Truppe, aber auch wieder ein erheblicher zwischen der geimpften Menschenrasse unter ungewöhnlichen Lebensbedingungen und einer anderen unter den gewöhnlichen sanitären Verhältnissen.

Sehr lehrreich sind die Fälle von Laboratoriumsinfektionen. Man hat verschiedentlich versucht, solche Infektionen künstlich herbeizuführen. Es ist wohl noch in aller Gedächtnis, wie seinerzeit Pettenkofer und eine Anzahl seiner Assistenten Cholerakulturen absichtlich tranken, ohne dass einer von ihnen an Cholera erkrankt wäre. Derselbe Versuch ist in ausgedehntestem Masse im Laboratorium von Stricker in Wien angestellt worden an mindestens einem Dutzend von Personen, ohne dass eine einzige derselben an Cholera erkrankte. Diese Fälle zeigen deutlich, was auch Pettenkofer daraus schloss, dass der Cholerabazillus allein nicht ausreicht, um eine Erkrankung, geschweige denn eine Epidemie zu erzeugen, und dass dazu dasjenige vorhanden sein muss, was man als Disposition bezeichnet. Aber es sind doch späterhin gelegentlich in Laboratorien einzelne Individuen an Cholera erkrankt, und auch Laboratoriumsinfektionen mit Pest sind mehrfach zustande gekommen. Der seinerzeit in Wien vorgekommene Fall hat ja auch tatsächlich zur weiteren Ansteckung eines Arztes und einer Schwester geführt, die sich aber beide durch intensive Berührung mit der ursprünglich erkrankten Persönlichkeit einer

Digitized by Google

Infektion besonders stark ausgesetzt hatten. In diesem Falle war auch wohl eine ausreichende Isolierung eingetreten und dadurch traten weitere Erkrankungen nicht auf. Aber in dem später entstandenen Berliner Falle war zunächst eine Isolierung durchaus nicht vorhanden, da im Anfang die Diagnose nicht gestellt war. Der betreffende Patient war dann auch, ehe er zur Aufnahme in die Isolierbaracke kam, von verschiedenen Aerzten untersucht und mit den verschiedensten Menschen in Berührung gekommen. Und trotzdem entstand von hier aus keine Pestepidemie, sondern die Erkrankung beschränkte sich auf diesen einzelnen Fall. Ein angeblich infizierter Wärter, der wieder gesund wurde, hat wohl zweifellos nicht Pest gehabt, sondern war erkrankt infolge der Injektion sogenannten Pestserums, unter dessen Folgen auch andere Persönlichkeiten, die mit dem gleichen Serum geimpft waren, schwer zu leiden hatten. Diese Laboratoriumsinfektionen sind deswegen so lehrreich, weil man daraus sieht, dass die einfache Anwesenheit eines einzelnen Krankheitsfalles nicht ausreicht, um eine Epidemie zu erzeugen, denn der einzelne Fall und selbst das Zustandekommen einer Gruppe von Fällen ist noch nicht als Epidemie zu bezeichnen.

Man wird sich nun fragen müssen, was Disposition sei, und diese Frage ist in der Tat vielfach diskutiert worden. Die moderne Bakteriologie hat überhaupt nicht Stellung genommen zu diesem Begriff, sondern hat sich damit begnügt, die Disposition einfach als aufgehobene Immunität zu betrachten. Sie hat sich daher nur mit dieser letzteren beschäftigt und hat gesagt, wenn ein Mensch nicht immun ist, so ist er disponiert. Diese Anschauung trifft nun für das Zustandekommen von Epidemien durchaus nicht zu, wie die Pocken beweisen, denn es kann unter einer Menge durch Impfung immunisierter Persönlichkeiten eine Epidemie ausbrechen, was beweist, dass dasjenige, was die Bakteriologen als Immunität bezeichnet haben, nicht ein absoluter, sondern ein relativer Begriff ist. Und auf der andern Seite hat sich gezeigt, dass Menschenmassen gegen eine Krankheit durchaus nicht immun zu sein brauchen, aber auch nicht disponiert sind, so dass trotz fehlender Immunisierung wohl einzelne Fälle auftreten durch persönliche zufällige Infektion, aber nicht Epidemien sich entwickeln.

Digitized by Google

In vielen Fällen hat es sich vielmehr gezeigt, dass die Disposition etwas durchaus Handgreifliches ist, und dass man für manche bakteriellen Erkrankungen, so z. B. für verschiedene Formen der tuberkulösen Lungenphthise, in ganz ausgezeichneter Weise anatomische Grundlagen für die Disposition nachweisen kann. In anderen Fällen ist das aber bisher nicht gelungen, und man hat sich deswegen vielleicht mit theoretischen Betrachtungen, Vermutungen über Aenderungen des Chemismus im Körper oder in einzelnen Abschnitten desselben begnügen müssen. Diese Dinge sind bisher bei weitem noch nicht genügend untersucht. Was aber die Disposition bedeutet, das kann man im allgemeinen dahin definieren, dass man darunter eine gewisse Hinfälligkeit gegenüber dem Eindringen von Parasiten und gegenüber den von diesen entwickelten schädlichen Stoffen zu verstehen hat. Die Krankheit des Einzelnen ist dann eine Wechselwirkung zwischen der Funktion der Parasiten und der Funktion des Körpers. Auch bei geringer Disposition kann der Widerstand des Körpers überwunden werden durch die Schwere der Infektion. Dem würden die Fälle von Pockenepidemien in Kriegsfällen bei Geimpften entsprechen. Es kann aber auch der Widerstand des Körpers ein so geringer werden, dass schon eine ganz geringfügige Infektion genügt, um den Körper krank zu machen. Solche Fälle sind nicht nur bei Menschen beobachtet worden, die sich unter der Einwirkung geistiger und körperlicher Ermüdung, im Stadium der Rekonvaleszenz von anderen Krankheiten usw. Infektionen aussetzten und erkrankten, während sie früher unter den gleichen Bedingungen nicht erkrankt waren. Rubner zeigte, dass das Bacterium coli bei Hunden, die bis zur Erschlaffung in der Tretmühle gearbeitet hatten, in das Blut übertrat. Auch hat man durch Versuche bei Tieren festgestellt, dass solche gegen gewisse Bakterien, gegen die sie sich sonst als unempfindlich erwiesen, hinfällig werden können durch besondere Maßnahmen. So z. B. sterben Frösche an Milzbrand, wenn man sie bei erhöhter Temperatur hält oder wenn man sie nach der Infektion vorübergehend chloroformiert, während normal gehaltene Frösche an Milzbrand nicht zu grunde gehen. Welchen Einfluss die Ernährung auf parasitäre Erkrankungen ausübt, zeigt besonders die Pflanzenpathologie, und es gibt

Digitized by Google

eine ganze Reihe von parasitären Pflanzenerkrankungen, die lediglich durch Zufuhr ausreichender Ernährungsstoffe in den Boden beseitigt werden können.

Was wir nun unter der Disposition einer ganzen Volksmasse zu verstehen haben, ergibt sich aus dieser Betrachtung und der Disposition des Einzelindividuums, denn hier geschieht nur durch einen äusseren Einfluss dasjenige bei zahlreichen Individuen, was sonst nur bei einzelnen zustande kommt. Fast immer gehen grossen Epidemien ungewöhnliche äussere Verhältnisse voraus, entweder sind bereits andere Epidemien vorangegangen, z. B. Influenza oder Cholera, oder es bestehen ungewöhnliche Witterungsverhältnisse, z. B. anhaltende Feuchtigkeit oder ungewöhnliche Hitze, oder es sind lokale Zustände, die eine grosse Menge von Menschen für die Aufnahme der Bakterien disponiert machen, z. B. im Kriegsfalle. Gewiss ist es von Nutzen, die Bakterien möglichst zu verfolgen und zu vernichten, aber das geht immer nur bis zu einem gewissen Maße, denn man sieht, dass, wenn solche ungewöhnlichen Verhältnisse eintreten, wie z. B. in einem Kriegsfall, die Bakterien immer sofort zur Hand sind, auch wenn man vorher nichts von ihnen gemerkt hat. Die Volksdisposition ist also ein wesentliches Moment für das Zustandekommen der Epidemien. Die Bakterien haben gar nicht die Gelegenheit, sich so weit auszubreiten, wenn nicht eine genügende Anzahl disponierter Individuen vorhanden ist, um eine Epidemie zu erzeugen.

Wenn wir nun von manchen Epidemien wohl die Ursache für das Zustandekommen einer Volksdisposition kennen, so ist doch für andere Fälle der Genius epidemicus noch vollständig unbekannt. Wenn man ihm etwas näher kommen will, so glaube ich, ist das leichter möglich, wenn man die Bedingungen betrachtet, die dazu führen können, dass irgend eine Tier- oder Pflanzenart sich plötzlich in grosser Menge verbreitet.

Die Bedingungen dafür lassen sich in zwei grosse Gruppen einteilen. Die erste umfasst alle diejenigen Fälle, bei denen die Tier- und Pflanzenart auf einen für sie besonders günstigen Nährboden kommt. Die zweite Gruppe betrifft alle diejenigen, wo die der Lebensdauer des einzelnen Individuums oder der Vermehrung entgegenstehenden Faktoren aufgehoben werden, d. h. wo die Feinde

Digitized by Google

der betreffenden Individuen verschwinden. Man könnte leicht denken, dass die Vermehrungsfähigkeit der Art an und für sich einen wesentlichen Faktor für die Ausbreitung der Einzelindividuen abgebe. Das ist aber bei näherer Betrachtung keineswegs der Fall. Schon der alte Erasmus Darwin hat darauf hingewiesen, dass einer Art, wenn ihrer Vermehrung nichts entgegen stehe, bald der Raum im Land, Luft und Wasser fehlen würde. Ueber die Zahl der Nachkommen, die ein einzelnes Indiviuum in den verschiedenen Arten produziert, ist viel geschrieben und diskutiert worden, und es hat sich herausgestellt, dass die Zahl der Nachkommen ungefähr parallel geht mit der Lebensdauer der Einzelindividuen und mit der Grösse der Lebensgefahr, die die Individuen durch Feinde oder ungünstige äussere Verhältnisse besitzen. Kurzlebige Tiere und solche, die sehr viele Feinde besitzen, pflegen auch eine grosse Zahl von Nachkommen zu produzieren. Ein Beispiel dafür geben die Insekten ab, die, von allen Seiten verfolgt, der Ungunst der Witterung ausgesetzt, in grossen Massen zu Grunde gehen und ihre Art durch die grosse Zahl ihrer Nachkommen erhalten. Langlebige Tiere dagegen und solche, die die Fähigkeit besitzen, sich ihrer Feinde durch Schutzvorrichtungen zu entziehen, die imstande sind, den verschiedensten Witterungsverhältnissen zu trotzen, haben auch eine geringe Nachkommenschaft. Ein Beispiel dafür geben manche Vogelarten ab, wie z. B. die auf einsamen Inseln wohnenden langlebigen Pinguine, von denen manche Arten nur ein bis zwei Junge im Jahr produzieren, während die vielen Feinden ausgesetzten und kurzlebigen Tauben mehrmals jährlich nisten und jedesmal drei bis vier Junge, manchmal mehr hervorbringen. Man hat deswegen geradezu die Zahl der produzierten Nachkommenschaft als eine für die Erhaltung der Art durch Züchtung erworbene Eigenschaft angesehen. Bei allen Arten aber, die eine grosse Nachkommenschaft produzieren, wie bei den Insekten, den Fischen usw., wird diese durch die grosse Zahl der Feinde und sonstiger Lebensgefahren vollkommen ausgeglichen, so dass die Zahl der Geburten an und für sich nicht von Einfluss auf die Verbreitung einer Art oder die Durchschnittszahl der auf einmal lebenden Individuen ist. Man kann also im allgemeinen annehmen, dass die Zahl der Individuen einer Art bei gleichbleibenden

Digitized by Google

äusseren Umständen sich im Durchschnitt auf einem bestimmten Niveau erhält. Gröbere Schwankungen müssen immer ganz bestimmte Ursachen haben, und eine bedeutende Zunahme der Zahl der Einzelindividuen in einer Art ist immer auf eine der beiden oben angeführten Momente zurückzuführen.

Bei den Epidemien im gewöhnlichen Sinne des Wortes spielt nun zweifellos die Verbesserung des Nährbodens, auf den die pathogenen Bakterien übertragen werden, die Hauptrolle. Dieser Nährboden ist nicht, wie man leicht annehmen könnte, irgend ein in der freien Natur befindliches Medium: Boden, Wasser, Sumpf usw., sondern derselbe ist fast ausschliesslich in den tierischen, respektive menschlichen Körpern zu suchen, die von der Epidemie befallen werden. Untersuchungen über pathogene Bakterien haben ergeben, dass sich dieselben ausserhalb des tierischen Körpers nur verhältnismässig kurze Zeit am Leben erhalten und nur eine beschränkte Vermehrungsfähigkeit besitzen. Wir wissen, dass diese Bakterien abgetötet werden durch das Austrocknen, durch helle Beleuchtung, speziell das direkte Sonnenlicht, durch fliessendes Wasser, durch Fäulnis und viele andere Umstände. Darauf beruht die relative Ungefährlichkeit des Strassenstaubes, da die durch Auswurfstoffe auf die Strasse gelangten pathogenen Bakterien durch Austrocknen sehr schnell zu grunde gehen. Das haben Experimente in Laboratorien gezeigt, und ausserdem hat sich praktisch herausgestellt, dass gerade die Strassenfeger, die also dem Staub ganz besonders ausgesetzt sind, nicht mehr gefährdet sind als jeder andere Städtebewohner. Eine Statistik in Berlin hat sogar ergeben, dass unter denselben ein ungewöhnlich guter Gesundheitszustand herrschte. Auch dass die helle Beleuchtung und prinzipiell das direkte Sonnenlicht ein bakterienfeindliches Moment ist, hat sich experimentell wie praktisch feststellen lassen.

Die Amerikaner haben eine besondere Statistik gemacht über die Verbreitung der Tuberkulose in bezug auf die Zahl der Fenster in den Wohnungen, und es hat sich dabei herausgestellt, dass dieselbe umgekehrt proportional zu derselben ist. Je mehr Fenster eine Wohnung hat, um so weniger kommt die Tuberkulose in derselben vor.

Digitized by Google

Sonnige, helle Wohnungen sind nicht bloss gesünder wegen der besseren Luft, der grösseren Wärme und geringeren Feuchtigkeit in denselben, sondern auch ganz besonders deswegen, weil dadurch etwa vorhandene pathogene Keime in kurzer Zeit absterben. Auch im Wasser sterben pathogene Bakterien schnell ab, und zwar einmal aus Mangel an geeigneter Nahrung, zweitens aber durch die konkurrierende Wirkung anderer Mikroorganismen. Endlich ist auch offenbar ein mechanisches Moment dabei mit im Spiel, denn die Erfahrung hat gezeigt, dass pathogene Keime in schnell fliessenden Flüssen schneller zu grunde gehen, als in stagnierenden Gewässern. Was endlich die Fäulnis betrifft, so ist es besonders von den Untersuchungen der Kirchhöfe her bekannt, dass pathogene Bakterien bei Beerdigung der Leichen durch die Fäulnis ausserordentlich schnell verschwinden, weswegen selbst bei gefährlichen Epidemien, wie z. B. Pest- und Choleraepidemien, es ziemlich ungefährlich ist, die Leichen zu beerdigen. Schon 24 Stunden nach dem Tode sind die meisten pathogenen Bakterien stark abgeschwächt oder vollständig vernichtet, so dass nur eine verhältnismässig geringe Zahl von Krankheiten durch Infektion an der Leiche übertragen werden können. Freilich gibt es von dieser Regel einige Ausnahmen. Es gibt pathogene Bakterien, die in der freien Natur wachsen, wie z. B. der Tetanusbazillus. Aber derartige pathogene Keime haben bisher noch niemals zu Epidemien Veranlassung gegeben, sondern immer nur zu gelegentlichen Einzelinfektionen. Für die Epidemien erfolgt vielmehr die Infektion ausschliesslich von Tier zu Tier mit gelegentlichen Uebergängen durch die freie Natur oder durch einen Zwischenwirt. Selbst Krankheiten wie die Malaria, von der man früher annahm, dass sie eine ausgesprochene Sumpfkrankheit sei, und dass die sie erzeugenden Infektionskeime in feuchtem Boden und in Sümpfen wüchsen, hat eine andere Aufklärung gefunden, als man erkannte, dass nur die in den Sümpfen lebenden Mücken die Zwischenträger der Malariaplasmodien sind. Die bei weitem grösste Mehrzahl der pathogenen Mikroorganismen sind vollständige oder fakultative Parasiten. Der tierische Körper ist also der Nährboden, und dieser Nährboden kann ein günstiger werden, wenn eine grössere Zahl von Einzelindividuen durch irgendwelche

Digitized by Google

äusseren Umstände disponiert wird. Dann verbreiten sich die pathogenen Bakterien nicht nur auf eine grössere Zahl von Einzelindividuen, sondern finden auch in jedem Individuum Gelegenheit, sich besser zu vermehren, wodurch dann die Uebertragungsmöglichkeit, sowie die Verunreinigung der Umgebung wächst.

Man muss natürlich in allen Fällen, wo die Zahl irgend einer Tier- oder Pflanzenart stark zunimmt, stets voraussetzen, dass ein für die Individuen günstiger Nährboden existiert. Er ist die Conditio sine qua non. Auf höhere Organismen übertragen, heisst das, sie müssen ein günstiges Klima, gute Ernährungsverhältnisse und gute soziale Bedingungen finden, sie dürfen nicht in ihrer Ernährungs- und Fortpflanzungsbeschäftigung gestört werden. Daraus erklärt sich z. B., dass die niedere Tierwelt des Brackwassers weniger Arten von geringerer Körpergrösse als im Meer, aber in enormer Individuenzahl auf einem kleinen Raum aufweist (Simroth). Dazu gehören also auch genügende Schlupfwinkel, ruhige Aufenthaltsorte, auf den Menschen übertragen: sanitäre Wohnungen.

Wir können also dasjenige, was wir bei den pathogenen Organismen als günstigen Nährboden ansehen, auch für die höheren Tiere und Pflanzen in diesem Sinne erweitert anwenden, und in diesem weiteren Sinne kann also der günstige Nährboden allein die Ursache für die starke Verbreitung irgend einer Art sein. Er ist aber auch die Vorbedingung für die zweite Ursache, die für die Vermehrung in Betracht kommt, das Verschwinden der Feinde oder feindlicher Umstände, eine Ursache, die man vor allen Dingen für die höheren Organismen fast noch grösser anschlagen muss als den günstigen Nährboden.

Dieses Verschwinden kann auf zwei Arten geschehen, entweder in der Weise, dass die Feinde einer Art ausgerottet werden, oder dass die Art in eine andere Gegend versetzt wird, wo sie solche Feinde nicht besitzt, oder wohin sie ihre Feinde von der Heimat nicht mitbringt. Auf diese Umstände ist wohl die starke Vermehrung der Wanderratte, der Blatta orientalis, der Kaninchen in Australien und vieler anderer Tiere zurückzuführen.

Es sind vielfach Fälle beobachtet worden, wo in grob sinnlicher Weise sich das Verhältnis zwischen der Zunahme einer Art und der Abnahme ihrer Feinde in deutlichster Weise doku-

Digitized by Google

mentiert. So wurden einmal auf Veranlassung Friedrichs des Grossen in Potsdam und Umgebung die Spatzen ausgerottet, und sehr bald nahmen manche Insektenarten in solcher Weise zu, dass man genötigt war, die Spatzen wieder künstlich einzuführen, um sich dieser Insekten zu erwehren. Unzweifelhaft beruht auf solchen Umständen die ungeheure Vermehrung gewisser Tierarten in vorweltlichen Zeiten. Sie kamen durch Wanderung von anderen Stellen, wo sie entstanden waren, an solche Orte, wo ihnen die Feinde fehlten, und konnten sich dort ungehindert und mit Verdrängen der dort einheimischen Arten ins Ungemessene vermehren. Diese Wanderungen, die von solchen Arten ausgeführt worden sind, lassen sich oft ganz genau verfolgen, und man kann fast allgemein sagen, dass in der Regel nicht an der Stelle der ursprünglichen Entstehung irgend eine Art erheblichen Umfang angenommen hat, sondern immer erst an der Stelle ihrer Einwanderung. Das setzt natürlich eine Ueberlegenheit der einwandernden Art über die bereits einheimische Art voraus. Ueber diesen Zusammenhang zwischen der Zahl der Individuen und der konkurrierenden Lebewesen hat Darwin zuerst ausführliche Untersuchungen angestellt, und es sind eine grosse Menge von Beispielen derart beigebracht worden. Wir haben uns früher schon in dem Kapitel des Altruismus mit dieser Frage beschäftigt und werden in dem Kapitel über das Aussterben der Arten noch einmal darauf zurückkommen. Natürlich setzt die Vermehrungsmöglichkeit auch unter den oben angeführten Bedingungen voraus, dass die betreffenden Arten konkurrenzfähig sind mit anderen bereits vorhandenen Tier- und Pflanzenarten, und dass sie ganz besondere Schutzvorrichtungen haben, um Feinde von sich fernzuhalten, sie zu verscheuchen oder zu vernichten. Die Zunahme des Menschen auf der Erde beruht ja im wesentlichen auf demselben Umstande, dass ihn sein erfinderischer Geist befähigt, sich immer mehr Schutzvorrichtungen gegen belebte und unbelebte Feinde zu schaffen. Diesen gegenüber bedeutet die Zunahme der Menschen auf der Erde ebensogut eine Epidemie, wie die Zunahme irgend eines pathogenen Bakteriums gegenüber den Menschen und die Zunahme irgend einer anderen Tierart. Würde ein Individuum entstehen, das imstande wäre, sich diesen erfinderischen Angriffen des Menschen mit Erfolg zu erwehren und gleichzeitig vernichtend

Digitized by Google

auf ihn einzuwirken, so würde diese Art höher stehen als der Mensch und binnen kurzem diesen zurückdrängen oder zu seinem Haustiere degradieren.

Bei dieser Gelegenheit darf ich vielleicht eine hauptsächlich wegen ihres Autors interessante Hypothese erwähnen. Werner von Siemens[1]), einer der hervorragendsten Geistesheroen, wenn auch nicht Biologe von Fach, hatte im Anschluss an seine Beobachtungen über das Auftreten der Malaria im Kaukasus eine besondere Immunitätstheorie erfunden, die sich darauf begründete, dass jedes Individuum seine Feinde besitze, die seine Vermehrung einzudämmen imstande seien. Die Immunität gegen die Malaria sollte nun dadurch zustandekommen, dass sich im menschlichen Körper lebende Feinde der pathogenen Organismen entwickeln, die von diesen wiederum ihr Leben fristen, so dass durch diese Feinde die einmal eingedrungenen, sowie die später noch eindringenden Parasiten vernichtet würden. Wenn nun Menschen in einer Malariagegend lebten, so hatten die Feinde der Malariaparasiten durch fortwährendes neues Eindringen von solchen genügende Nahrung, um sich im menschlichen Körper zu erhalten. Wenn aber die Menschen eine Zeitlang in malariafreie Gegenden gingen und keine neuen Malariaparasiten in sich aufnahmen, gingen auch die Antiparasiten durch Mangel an geeigneter Existenzbedingung zugrunde und die Menschen wurden in einiger Zeit wieder empfänglich für Malaria. Wenn auch diese Theorie zweifellos nicht zutreffend ist, so ist sie doch teils wegen ihres Urhebers, teils wegen ihrer geistvollen Verallgemeinerung eines in der biologischen Welt weit verbreiteten Vorganges von historischer Bedeutung, und Werner von Siemens selbst hat sie für wichtig genug gehalten, sie in seinen Lebenserinnerungen besonders anzuführen.

Wenn man nun aus diesen Betrachtungen ein Fazit ziehen will, so glaube ich zwar, dass man noch nicht so weit ist, in jedem einzelnen Falle anzugeben, was der Genius epidemicus sei, aber ich glaube doch, dass man durch das Studium der Epidemien im weitesten Sinne des Wortes einen besseren Aufschluss gewinnen kann über dasjenige, was man bei den Epidemien im engeren Sinne

1) Lebenserinnerungen.

Digitized by Google

als Genius epidemicus bezeichnet hat; jedenfalls aber kann man aus diesen Betrachtungen schon jetzt so viel schliessen, dass dieser Genius epidemicus nicht eine einheitliche Grösse ist, sondern für jede Epidemie etwas anderes darstellt.

Zu dem Begriff der Epidemie gehört nun aber nicht allein das massenhafte Auftreten irgend einer Art, sondern auch die schädliche Wirkung derselben, wenigstens hat sich die letztere so sehr mit dem Worte Epidemie verknüpft, dass wir uns eine Epidemie nicht wohl vorstellen können, ohne dass irgend eine solche schädliche Wirkung hervortritt. Wenn man aber auf den Grund geht, so wird man leicht einsehen, dass der Begriff schädlich ein relativer ist, und dass in Wirklichkeit nicht leicht eine starke Zunahme irgend einer Art erfolgen kann, ohne dass dadurch eine andere oder mehrere Arten geschädigt werden. Man kann das am besten übersehen bei der Zunahme des Menschen überhaupt und bei der Zunahme einzelner Menschenrassen. Ueberall, wo der Mensch hinkommt, vertreibt er eine grosse Zahl von Tieren und Pflanzen. Das geschieht nicht allein in der Weise des systematischen Ausrottens evidenter Feinde, wie sich denn der Mensch in Kulturgegenden allmählich der ihn direkt angreifenden Raubtiere entledigt, sondern das ist ein Umstand, der ganz von selbst auch unabhängig durch den Zustand, den man als Kultur bezeichnet, zustandekommt.

Man sagt auch wohl, dass überall, wo Menschenrassen verschiedener Kultur miteinander in Berührung kommen, die höher kultivierten die niedrigen stehenden verdrängt und vernichtet hätten. Es ist das, wie man leicht einsieht, eine petitio principii, denn eigentlich sollte man umgekehrt schliessen, diejenige Menschenrasse, die die andere verdrängt und vernichtet, dokumentiert sich dadurch als höher kultivierte, die im Kampf ums Dasein stärkere. Nun ist aber doch besonders zu betonen, dass dasjenige, was wir Kultur nennen, ein lediglich anthropozentrischer Begriff ist. Man kann ebensogut von einem kulturellen Einfluss der Ameisen, der Bienen oder auch noch vieler anderer Tiere sprechen, wenn man darunter den Einfluss versteht, den diese Tiere, die in grosser Menge auftreten, auf ihre Umgebung ausüben. Es wäre in der Tat unrichtig, zu unterscheiden zwischen der zerstörenden Wirkung, die

Digitized by Google

der Mensch als einfach vegetatives Tier ausübt und der, die der Mensch durch seinen Geist ausübt, und lediglich das letzte als einen Einfluss der Kultur zu betrachten. Diesen geschraubten und den Tatsachen wenig entsprechenden Begriff haben wir uns nur dadurch angewöhnt, dass wir den Einfluss des Menschen als etwas Besonderes auffassen, das prinzipiell verschieden ist von dem Einfluss anderer Tiere und Pflanzen aufeinander. Wir sehen deswegen auch, dass nicht bloss diejenigen Tiere und Pflanzen ausgerottet werden durch die Ausbreitung des Menschen, die als direkte Feinde oder Belästigungen des Menschen sich darstellen, sondern auch diejenigen, denen der Mensch ganz indifferent gegenüber steht, ja sogar zahlreiche solche, die für ihn einen erheblichen Nutzen haben würden. Aber er ist auch nicht imstande, diese für sich zu retten, wenn sie einmal auf eine gewisse niedrige Zahl gebracht worden sind. Man wird vergebens versuchen, den Elch oder den Bison auf die Dauer zu erhalten; selbst wenn er eine vollständige Schonung besässe, nirgends abgeschossen würde, so würde er doch der Beunruhigung, die das Leben der Menschen mit sich bringt, weichen, sich immer mehr zurückziehen in entlegene Orte und schliesslich, wenn auch diese vom Menschen okkupiert werden, zugrunde gehen. Auch Beispiele von Pflanzen kann man auffinden, die durch die Kultur vernichtet werden, denn es gibt eine grosse Anzahl von Bäumen und Sträuchern, die die Kultur absolut nicht vertragen und die nur in Waldbeständen oder in gänzlicher Verwilderung zu bestehen imstande sind; z. B. hält sich die gewöhnliche Sandkiefer nicht in Gärten oder in der nahen Umgebung von Häusern und Fabriken. Der Rauch, die Unruhe des Bodens, das Düngen usw., alles das ist ihr schädlich. Dasselbe gilt natürlich von zahlreichen anderen Tieren und Pflanzen, und so geht die ganze Lebewelt der Erde einer Vereinfachung entgegen, die schliesslich darauf hinauskommt, dass das, was nicht domestiziert werden kann, zugrunde geht. Es werden schliesslich nur noch Menschen und domestizierte Tiere und Pflanzen übrig bleiben, vorausgesetzt dass nicht der weiteren Entwicklung des Menschengeschlechts selber vorher von anderer Seite ein Hemmnis entgegengesetzt wird.

Man sieht leicht ein, dass die Gründe, die hier angegeben wurden, die zur Vermehrung der Individuen einer Art führen, sich

Digitized by Google

im wesentlichen mit dem decken, was gemeinhin als ein Situationsvorteil des Individuums bezeichnet worden ist. Ueber die Bedeutung der Situationsvorteile ist viel gestritten worden, und es ist besonders betont worden, dass der Situationsvorteil niemals zur Verbesserung einer Art führen könnte, da derselbe unabhängig ist von den Variationsvorteilen einzelner Individuen. Zum Beweise wurde in der Regel das Beispiel des Eisenbahnunglücks angeführt, bei dem nicht der körperlich stärkere oder gesündere oder auch intelligentere Mensch dem Unglück entgeht, sondern derjenige, der zufälligerweise einen Sitz im Zuge eingenommen hat, der von dem Unglück nicht getroffen wird. Dieses Beispiel entspricht aber nur einem Teil derjenigen Zustände, die man als Situationsvorteil bezeichnen kann, nämlich denjenigen, die, nach unserem landläufigen Gebrauch des Wortes Zufall, von einem solchen abhängig sind. Anders verhalten sich alle diejenigen Fälle, die unter die hier oben angeführten Rubriken fallen, nämlich erstens die Versetzung einer Art in einen für dieselbe günstigen Nährboden im weitesten Sinne des Wortes, und zweitens die Ausschliessung der konkurrierenden Feinde.

Es ist bekannt, dass die stationäre Zahl der Individuen einer Art wesentlich darauf zurückzuführen ist, dass so viel Individuen der Nachkommenschaft aussterben, dass durchschnittlich immer nur zwei davon übrig bleiben, so dass also von den Nachkommen eines männlichen und eines weiblichen Individuums immer nur zwei zur weiteren Nachzucht gelangen. Man kann aus der Zahl der Nachkommenschaft bei einer im allgemeinen stationären Tierart auf die Zahl der ihnen drohenden Gefahren schliessen. Wenn z. B. ein Hering jährlich 30 000, ein Hecht 150 000 und ein Stör gar 2 Millionen Eier absetzt, und die Zahl dieser Fische nicht wesentlich zu- oder abnimmt, so kann man daraus schliessen, dass der Stör eine grössere Zahl von Feinden haben muss als der Hecht und dieser wieder mehr als der Hering. Tritt nun irgend ein Umstand ein, der die Feinde vermindert, so muss die Zahl solcher Tiere in kürzester Zeit ins Ungeheure steigen. Es ist klar, dass aus solchen Ursachen auch die periodischen Schwankungen zu erklären sind, die gelegentlich beim Auftreten massenhafter Einzelindividuen beobachtet werden, so besonders bei vielen Arten von

Digitized by Google

Insekten. Es ist ganz unzweifelhaft, dass hier besonders günstige Umstände die Feinde und feindlichen Umstände von der jungen Brut ferngehalten haben und es dadurch zu einer ungeheuren Vermehrung kommt, die allerdings durch ungünstige Einflüsse in späteren Jahren wieder kompensiert werden kann.

Man hat nun gesagt, dass diese Situationsvorteile keinen Einfluss auf die Variation ausüben könnten, und es hat sich noch neuerdings Kranichfeld[1]) mit dieser Frage beschäftigt und versucht, rechnerisch nachzuweisen, dass es unrichtig sei, eine Zunahme der Variationsmöglichkeit durch einen solchen Situationsvorteil anzunehmen. Ich will hier zunächst nur bemerken, dass ich in meiner Betrachtung der Epidemien im weitesten Sinne des Wortes es zunächst garnicht mit Variationen zu tun habe, sondern nur mit der gleichmässigen Vermehrung der Zahl der Individuen einer Art. Schon Darwin hat aber ausführlich auseinandergesetzt, dass die Vermehrung der Zahl der Individuen für die Variabilität der Art von grösster Bedeutung ist, ja er hat geradezu gesagt, dass eine Art, die aus einer geringen Zahl von Individuen besteht, viel weniger Aussicht für die Anpassung und für die Abänderung besitze, als eine Art, die aus sehr zahlreichen Individuen besteht. Es geht das ausser vielen anderen Gründen auch tatsächlich aus einer einfachen Berechnung hervor. Das Quetelet'sche Gesetz sagt uns, dass die Mehrzahl der Individuen eine Durchschnittsqualität besitze, während die ungewöhnlichen Qualitäten, man hat sie später als Plus- und Minusvariationen bezeichnet, verhältnismässig selten sind. Die weitesten Abweichungen stehen am äussersten Ende der Häufigkeitskurve und sind auch als die grössten Seltenheiten zu betrachten. Wenn nun eine Art aus sehr zahlreichen Individuen besteht, so wird freilich nicht relativ, aber wohl absolut eine grössere Zahl von abweichenden Formen auftreten, und diese können dann leichter zur Nachzucht kommen, als die absolut geringe Zahl abweichender Typen bei einer Art, die aus wenigen Individuen besteht. Man sieht also, dass aus der Zunahme der Individuen der Art ein unzweifelhafter Nutzen entstehen kann, und dass unter Umständen sogar die Erhaltung der

1) Biolog. Zentralbl. 1905. Nr. 20.

Digitized by Google

Art und die Entstehung lebensfähiger Varietäten abhängig sein kann von der Zahl der Individuen. Ich glaube daher nicht, dass es richtig ist, wenn von verschiedenen Seiten gesagt worden ist, die Natur sucht wohl die Art zu erhalten, trägt aber für die Erhaltung der Individuen keine Sorge. Auch Daniel Rosa bekämpft diese Anschauung, wie mir scheint, mit vollem Recht. Es spricht ausser anderen Gründen auch schon das dagegen, dass es ja in Wirklichkeit eine Art als solche garnicht gibt, sondern nur eine Summe von Individuen. Die Vorstellung, dass die Natur die Art zu erhalten trachte, aber nicht die Einzelindividuen, kann nur dadurch entstanden sein, dass man die Art als solche personifiziert, wie man ja auch früher die Krankheit personifiziert hat und vergass, dass es nicht eine Krankheit als solche gibt, sondern nur einen kranken Menschen oder ein krankes Tier. Die Erhaltung des Individuums und die Erhaltung der Art gehören in der Tat untrennbar zusammen, und es ist nur ein Weg unter vielen, um eine Art zu erhalten, in der ungeheuren Vermehrung und Erhaltung der Einzelindividuen wenigstens bis zur Fortpflanzungsreife zu sehen.

Von grösster Bedeutung für diese Betrachtungen ist nun die Zeit, die verstreicht bis zur ersten Erzeugung von Nachkommen, d. h. die Schnelligkeit, mit der die Generationen einander folgen. Beim Menschen, der durchschnittlich etwa mit dem 20. Lebensjahr die ersten Nachkommen erzeugt, würden die Generationen sich also etwa alle 20 Jahre folgen, und es würden also in 100 Jahren 5 Generationen erzeugt sein. Beim Kaninchen, das schon nach 2 Monaten geschlechtsreif ist, würden sich in jedem Jahr etwa 6 Generationen folgen können, also in 100 Jahren 600 Generationen. Es ist offenbar, dass bei einer häufigeren Folge der Generationen auch eine häufigere Gelegenheit gegeben ist zum Auftreten zweckdienlicher Variationen, da ja die für die Vererbung in Betracht kommenden Abänderungen immer nur bei der neuen Bildung eines Individuums einsetzen können. Daher befinden sich bei der Abänderung der äusseren Umstände die Arten mit schneller Generationsfolge in einem Vorteil den anderen Arten gegenüber.

Mit besonderer Berücksichtigung des Menschen ist die Frage aufgeworfen worden, ob die hygienischen Maßnahmen zur Ent-

Digitized by Google

artung der Rasse führen, d. h. mit anderen Worten, ob die Steigerung der Kultur und die Erhaltung minderwertiger Individuen bis zur Zeit der Geschlechtsreife imstande sei, die Art zu verschlechtern. Mit dieser Frage hat sich z. B. Gruber[1]) beschäftigt. Für unsere Betrachtung hier wird es daher von Wichtigkeit sein, ganz allgemein zu fragen, ob die ungeheure Vermehrung einer Art, das epidemische Auftreten einer solchen, Gefahren für die Art mit sich bringen kann. Ich glaube, dass diese Frage bis zu einem gewissen Grade unbedingt zu bejahen ist. Wenn wir z. B. von niederen Tieren und Pflanzen sprechen, so beruht das spontane Zugrundegehen ganzer Kulturen gar nicht selten auf der übermässigen Anhäufung von Einzelindividuen. Wenn man in einer Kulturflüssigkeit Bakterien züchtet, so gehen dieselben schliesslich aus Mangel an Nahrungsstoff zu grunde. Wenn aber solche Bakterien als pathogene Mikroorganismen in einem tierischen Körper wachsen, so gehen sie nicht aus Mangel an Nahrung zu grunde, sondern dadurch, dass sie durch Zunahme ihrer Art schliesslich Gegenstoffe erzeugen, die sogenannten Antitoxine, unter deren Einfluss direkt oder indirekt die Mikroorganismen vernichtet werden. Ich meine direkt, indem die Antitoxine imstande sind, die Bakterien zu töten, und indirekt, indem andere Antitoxine die Giftwirkung der Bakterien aufheben und nun die Zellen des Körpers imstande sind, die Bakterien abzutöten. Analoge Fälle kommen nur in der Wechselwirkung zwischen verschiedenen Arten vor. Auch in der freien Natur wirkt die Vermehrung einer Art vernichtend oder selektorisch kräftigend auf andere Arten ein. Es können dadurch andere Arten so gestärkt werden, dass sie die dies verursachende Art trotz ihrer hohen Individuenzahl überwindet. Es würde das ein analoger Prozess sein, wie bei dem Kampf der Zellen gegen die Bakterien im tierischen Körper. Die zur Gegenwehr entstehende Kräftigung der Arten entspricht also durchaus der Antitoxinbildung im Körper eines Individuums zur Bekämpfung der eingedrungenen Bakterien. Anders ist es in Fällen, wo die Individuen der Umgebung ohne Kampf gegenüberstehen. Hier kann allein bei einer ungewöhnlichen Zunahme von

1) Münch. med. Wochenschr. Nr. 40. 1903.

Digitized by Google

Individuen der Nahrungsmangel entscheiden, und wir würden nur dann etwas Aehnliches statuieren können, wenn die Zunahme der Individuen einer Art auch kräftig die Zunahme ihrer Feinde bedingt, wie es ja auch zuweilen vorkommt. Es ist bekannt, dass an den Stellen, wo sich ungeheure Massen von Heringen anhäufen, auch sehr bald die Seehunde in sehr grosser Zahl auftreten und dadurch zur Vernichtung der Heringe beitragen. Aber in der Regel wird es sich wohl in solchen Fällen direkt um Mangel an Nahrung handeln, wenn die übermässige Anhäufung von Individuen einer Art in einer bestimmten Gegend ausbleibt. So ist es z. B. undenkbar, dass Elefanten in grösserer Zahl in einer Kulturgegend leben, denn die Massen, die Elefanten vertilgen, sind in einer Kulturgegend garnicht zu produzieren, ausser wenn es sich um so ungewöhnlich günstige Vegetationsbedingungen handelt, wie solche in der asiatischen Heimat des Elefanten heutzutage noch existieren. Die Einführung der indischen Elefanten als Haustiere in Afrika, die einmal projektiert war, musste notwendig an dem Nahrungsmangel scheitern. Es ist wohl verständlich, dass das Mammut aussterben musste, selbst wenn sonst keine anderen Bedingungen zu seinem Aussterben vorhanden waren, da unter den veränderten Vegetationsverhältnissen des späteren Pliocen genügende Nahrung für Massen so grosser Tiere nicht vorhanden war.

Was nun den Einfluss der Erhaltung minderwertiger Individuen betrifft, d. h. also die Frage, ob die Hygiene zur Entartung der Rassen führe, so ist das eine Frage, die sich ja eigentlich nur am Menschen beantworten lässt. Die Ausführungen Grubers freilich, der diese Frage statistisch zu lösen sucht, scheinen mir nicht geeignet zu sein, dieselbe zu entscheiden. Es ist ganz klar, dass die von Gruber herangezogene Statistik, die in kurzen Worten besagt, dass überall da, wo die Kindersterblichkeit vermindert ist, keine Anhäufung der Sterblichkeit im höheren Alter auftritt, und dass überall, wo im höheren Alter die Sterblichkeit eine grössere wird, auch eine grössere Kindersterblichkeit besteht, nichts aussagt über eine Entartung der Rassen. Denn wir ersehen aus dieser Statistik nur, dass überall da, wo die Kinder unter unhygienischen Verhältnissen leben, auch die Erwachsenen das tun, und umgekehrt. Die Entartung einer Menschenrasse kann nicht gemessen werden

Digitized by Google

an der prozentualen Sterblichkeit, sondern an ihrer körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit. In dieser Beziehung wäre es notwendig, eine Statistik aufzustellen über die Militärtüchtigkeit und die Zahl der Verbrechen, der Geisteskrankheiten usw. Solche Statistiken existieren in Wirklichkeit in grosser Zahl. Sie sagen jedoch bisher nichts Bestimmtes in dieser Beziehung aus, da sie noch nicht lange genug geführt werden, um einen etwaigen Wechsel zu dokumentieren. Einiges aber lässt sich doch erkennen. Speziell ist zweifellos die Vermehrung zweier Krankheiten, der Geisteskrankheiten und der Karzinome (letztere ist übrigens nur sehr gering) als eine Degeneration aufzufassen, die durch die Erhaltung zahlreicher Individuen durch künstliche sanitäre Massnahmen hervorgebracht ist. Aber auch noch andere Degenerationserscheinungen an Menschen lassen sich feststellen. Ich führe in dieser Beziehung in erster Linie die Zahnbildung an. Es kann gar keinem Zweifel unterliegen, dass die Verbreitung kariöser Zähne unter den Kulturvölkern darauf zurückzuführen ist, dass unsere verfeinerten Methoden der Nahrungszubereitung es gestatten, dass auch Menschen mit kariösen Zähnen ein höheres Lebensalter erreichen, und dadurch die Disposition dazu auf die Nachkommen vererben. Wenn man zahlreiche Schädel unkultivierter Völker untersucht, so wird man nur sehr selten kariöse Zähne finden. Dagegen gehört es zu den grössten Seltenheiten, in einem Kulturstaate einen ausgewachsenen Menschen mit 32 gesunden Zähnen zu finden. Ich habe nach langem Suchen nach solchen nur zwei Menschen nachweisen können, die mit 30 resp. 40 Jahren noch 32 gesunde Zähne hatten. Nun beruht das Kariöswerden der Zähne nicht allein auf vererbbarer Disposition, sondern auch auf erworbener. Davon kann man sich leicht überzeugen durch die Beobachtung, dass bei Tieren, die in der Freiheit leben, kariöse Zähne so gut wie garnicht vorkommen, während bei Tieren in der Gefangenschaft solche garnicht selten sind. Also auch unzweckmässige Lebensweise kann selbst bei solchen, die eine solche Disposition nicht ererbt haben, das Kariöswerden der Zähne hervorbringen. Aber diese erworbene Disposition spielt doch für die grössere Masse insofern keine Rolle, weil sie erst in späterer Zeit einzusetzen pflegt, während gerade die angeborene Disposition das frühzeitige Kariöswerden der Zähne vor der Zeit der Ge-

Digitized by Google

schlechtsreife in der Mehrzahl der Fälle bedingt. Auch die zunehmende Kurzsichtigkeit wäre hier anzuführen. Sie ist ebenfalls für die meisten Fälle die Folge der Vererbung, die dadurch eintreten kann, dass auch kurzsichtige Menschen imstande sind, allen Ansprüchen, die heutzutage die Welt an den Menschen stellt, zu genügen. Es werden also kurzsichtige Individuen nicht ausgeschaltet und gelangen auf diese Weise zur Nachzucht. Hierher gehört auch die, wie mir scheint, zunehmende Kahlköpfigkeit. Von grösster Bedeutung aber ist die Abnahme der Funktion der Milchdrüse bei Kulturvölkern. Wenn auch zweifellos viele Frauen aus äusseren Umständen auf das eigene Stillen der Kinder verzichten, obwohl sie dazu befähigt wären, so ist doch eine ganze Anzahl der Frauen tatsächlich ausser stande dazu, sei es, dass die Milchdrüse mangelhaft entwickelt ist, oder dass die Form der Mamilla das Ansaugen durch die Kinder unmöglich macht. Dass es sich hierbei um eine sehr gefährliche Degeneration des Kulturmenschen handelt, kann keinem Zweifel unterliegen. Es wäre sogar möglich, dass diese Variation zu einer Abänderung des Menschengeschlechts führen könnte. Die ererbten Dispositionen, von denen früher schon die Rede war, geben uns ganz besonders zahlreiche Beispiele, die auf eine Degeneration des Menschengeschlechts unter dem Einfluss der Domestikation hinweisen, und dasselbe lässt sich auch bei Tieren verfolgen. Eine grosse Zahl von Krankheiten kommt nur bei domestizierten Tieren und beim Menschen vor, findet sich aber in undomestizierten Zuständen nicht. Alle solche Entartungserscheinungen sind unzweifelhaft zurückzuführen auf die Vermehrung der Zahl der Individuen. Es sind das die zahlreichen Minusvariationen, die in absolut grösserer Zahl auftreten bei epidemischem Auftreten einer Art und die zur Vererbung gelangen, wenn die Selektion, wie beim Menschen, verhindert wird.

Ganz besonders schwerwiegend ist aber der Einfluss zunehmender Kultur auf die moralische Qualität des Menschen. Je höher der Wohlstand steigt, und je leichter infolgedessen die Befriedigung der gesteigerten Bedürfnisse ist, um so weniger widerstandsfähig wird ein Volk gegenüber äusseren Schädigungen, und um so gefährlicher werden ihm diese. Daher weist Darwin mit Recht darauf hin, dass unkultivierte Völker deswegen in der

Digitized by Google

Berührung mit Kulturrassen so sehr leiden, weil ihnen von diesen die veränderten Lebensgewohnheiten überbracht werden, ihnen aber nicht für die verloren gegangene Fähigkeit, durch eigene Anstrengung die Widrigkeiten des Lebens zu überwinden, ein Ersatz geschaffen wird[1]). Rolph[2]) drückt den gleichen Gedanken in folgender Weise aus: „Und auch in moralischer Hinsicht kann dem Menschen der Untergang drohen. Denn wenn auch bisher ein steigender Fortschritt sichtbar ist, so liegt doch darin noch kein Beweis für die Dauer. Es ist doch sicher, dass jeder Fortschritt in Kultur und Zivilisation auch ein Uebel enthält, dass jedes Gute auch etwas Schlechtes bringt, jede neue Tugend den Keim zu einem Bösen in sich trägt. Die moderne Humanität hat uns mit einer gedankenlosen Weichherzigkeit und Weichmütigkeit, mit einer übertriebenen Sucht zu vergeben beschenkt, welche kein geringeres Zeichen von Sittenverfall ist als Immoralität selbst, denn sie untergräbt einerseits das öffentliche Urteil, das öffentliche Rechtsgefühl, während sie andererseits direkt zur Unsittlichkeit anreizt."

Bei den Menschen, wie bei den Tieren und selbst bei den Pflanzen sehen wir also überall das Gleiche auftreten. Besonders günstige Bedingungen, sei es in der Ernährung oder sei es in der Vernichtung ihrer Feinde führen zu einer übermässigen Zunahme einer Art. Es entsteht eine Epidemie in dem von mir definierten Sinne. Diese Zunahme kann einerseits durch die Möglichkeit des Auftretens zahlreicher zweckdienlicher Variationen zu einer Abänderung der Art führen, sie kann aber auch den Keim des regionären Verschwindens einer Art und sogar des vollständigen Aussterbens in sich tragen, und darin sehen wir eine der Ursachen des Aussterbens der Art, von denen in dem nächsten Kapitel weiter die Rede sein wird.

1) Abstammung des Menschen. Bd. I. S. 210.
2) Biolog. Probleme. 2. Aufl. 1884. S. 283.

Digitized by Google

11. Kapitel.

Der physiologische Tod.

In früher Zeit ist vielfach darüber diskutiert worden, ob der Tod etwas Notwendiges sei, oder ob derselbe sich unter günstigen Bedingungen theoretisch wenigstens dauernd vermeiden lasse. Die modernen Anschauungen gehen indessen sämtlich dahin, dass das Alter sämtlicher Lebewesen beschränkt ist, und dass der Tod der Metazoen und Metaphyten nicht nur eine Tatsache der Erfahrung, sondern eine physiologische Notwendigkeit ist. Deswegen stellt man den physiologischen Tod, d. h. denjenigen, der unabhängig von Krankheiten und Verletzungen eintritt, dem pathologischen Tod gegenüber. Nur Metschnikoff[1]) hat, indem er die Alterserscheinungen auf die Darmgärungen zurückführt, die Möglichkeit ins Auge gefasst, die Unbequemlichkeiten des Alters zu vermeiden und den Tod, wenn auch nicht zu umgehen, so doch wesentlich hinauszuschieben. Die Anschauungen, die man über die Ursachen des Alterns und des Todes hatte, waren von jeher sehr verschiedene und beschränkten sich bei den älteren Autoren darauf, eine Zeitbestimmung zu geben, die für die verschiedenen Lebewesen als eine konstante aufzufassen wäre. So glaubte schon Buffon, dass die Lebensdauer etwa auf das Sechsfache der Jugendzeit eines Individuums festgesetzt sei. Diese Anschauung wurde 100 Jahre später von Flourens aufgenommen, aber von Weismann erfolgreich widerlegt. Die Buffon-Flourenssche An-

1) Die Natur des Menschen. Leipzig 1904. — Optimistische Weltanschauung. Leipzig 1906.

Digitized by Google

schauung hat auch niemals allgemeine Bedeutung gewonnen. Die Mehrzahl der Meinungen bis in die neuere Zeit hinein ging dahin, dass ähnlich wie bei einer Maschine ein Verbrauch der Materialien allmählich eintritt, und dass deswegen der Tod die Folge einer Abnutzung des Körpers sei. Die einen bezogen das mehr auf den chemischen Stoffwechsel, die anderen auf den biologischen, d. h. auf die Regenerationsfähigkeit der Zellen. So glaubten schon Leuckhart und Spencer, dass das Alter der Tiere in einem Abhängigkeitsverhältnis zu ihrer Grösse stehe, indem sie behaupten, dass die ernährenden Flächen des Magendarmkanals im Quadrat, das Gewicht der Tiere dagegen im Kubus wachse, so dass deshalb ein grösseres Tier um so grössere Schwierigkeiten hat, seinen Körper zu ernähren, weswegen sich grössere Tiere auch langsamer fortpflanzen als kleine Tiere. Lotze begründet hauptsächlich die Anschauung vom Verbrauch der Materie beim Stoffwechsel, und war der Ansicht, dass die schnellfüssigen Arten der jagdbaren Tiere, der Hunde und auch der Affen an Lebensdauer den Menschen und den grossen Raubtieren aus diesem Grunde nachständen. Cholodkowsky[1]) schloss sich in anderer Weise dieser Anschauung an, indem er die Ursache des Todes der Metazoen allein in ihrer Vielzelligkeit erblickt und auf den Kampf der Gewebe im Organismus zurückführte. Rubner[2]), der die Leuckhart-Spencersche Anschauung zurückweist, kommt selbst in mancher Beziehung zu ähnlichen Anschauungen wie Lotze und Cholodkowsky, indem er meint, dass das Leben ohne Wachstum und ohne Fortpflanzung schliesslich zum Tode führt. Er zieht den Vergleich mit Hefezellen, die, wenn das Wachstum und die Fortpflanzung bei ihnen verhindert wird, schnell sterben, und sagt: „Das Wachstum, die Umformung und die Neumischung der Materie ist der Urquell des Lebens. Nur sie können die Folgen einer einseitigen Lebensäusserung, wie der Kraftwechsel eine ist, beseitigen. Bei dem erwachsenen Säugetier ist aber diese Umformung und Mischung völlig ausgeschlossen". Der Tod tritt nach seiner Ansicht ein infolge „des Zusammenbruchs der Zerlegungsfähigkeit des Proto-

1) Zoologischer Anzeiger. 1882.
2) Das Problem der Lebensdauer. 1908.

Digitized by Google

plasmas". Auch Weismann war der Ansicht, dass der Tod schliesslich eintrete durch Abnutzung der Gewebe. Alle diese Anschauungen hängen offenbar mit der vielfach vertretenen Idee zusammen, dass die Teilung der Protozoen und die Fortpflanzung der Metazoen Verjüngungsprozesse sind. Dass diese Anschauung unrichtig ist, wird später noch besprochen werden. Weismann hat sich überhaupt dreimal ausführlich mit der Frage des physiologischen Todes beschäftigt, zweimal in besonderen Vorträgen[1]) und drittens im ersten Band seiner Vorträge über Deszendenztheorie. Er fasst dort auf S. 286 seine Anschauungen in folgenden Sätzen zusammen: „Dass für das Soma, nachdem es seine Keimzellen entlassen und seine Pflicht damit gegen die Art erfüllt hat, sein unbegrenztes Weiterleben überflüssig wurde und deswegen in Wegfall kam" und dass „falls das Weiterleben, die Unsterblichkeit des Soma notwendig für die Erhaltung der Arten gewesen wäre, sie durch Naturzüchtung auch erhalten worden wären". Weismann betrachtet also den physiologischen Tod als eine durch Anpassung erworbene Eigenschaft der vielzelligen Wesen, und das erreichbare Alter als durch erbliche Eigenschaften für jede Art fixiert. Der Tod tritt nach seiner Anschauung ein, weil durch die Anpassung die Lebensdauer auf eine bestimmte Zeit normiert ist. Ohne dieser Anschauung Weismanns widersprechen zu wollen, ist es doch einleuchtend, dass dadurch das Eintreten des physiologischen Todes nicht erklärt ist, sondern lediglich die Dauer des Lebens. Janicki[2]) schliesst sich der Weismannschen Anschauung nicht an. Er glaubt vielmehr „in der dauernden Unmöglichkeit einer Amphimixis zwischen den Somata verschiedener Individuen den zwingenden Grund für den physiologischen Tod des Somas zu sehen". Er berührt sich also in seinen Ansichten z. T. mit Rubner, z. T. mit den verschiedenen Verjüngungstheorien. In einer ausführlichen und sehr interessanten Untersuchung beschäftigt sich Goette[3]) mit dieser Frage. Er kommt zu dem Resultat, dass unzweifelhaft ein Zusammenhang besteht zwischen der Fort-

1) Ueber die Dauer des Lebens. Jena 1882. — Ueber Leben und Tod. Jena 1884.

2) Biolog. Zentralbl. Bd. 26. 1906.

3) Ueber den Ursprung des Todes. Leipzig 1883.

Digitized by Google

pflanzung und dem Eintreten des Todes. Auch er betrachtet die Fortpflanzung als eine Verjüngung, meint aber, dass „das Altern eine auf gewisse Organismen beschränkte, sichtbare Einleitung des natürlichen Todes sei, nicht aber sein allgemeiner Grund“. Er bezieht den natürlichen Tod der Polyplastiden nicht auf den Verlust der Keimzellen und den dadurch eintretenden physiologischen Zellverbrauch, sondern betrachtet Fortpflanzung und natürlichen Tod als ein direktes Erbe von den einzelligen Wesen. Dadurch entsteht der Gegensatz zu Weismann, der den einzelligen Wesen bekanntlich den physiologischen Tod abspricht. Den Anschauungen Goettes sehr nahe kommt Minot[1]), der sich den physiologischen Tod als eine Folge der zellulären Differenzierungen vorstellt.

Die Mehrzahl der massgebenden Forscher haben sich der Anschauung Weismanns angeschlossen, dass die einzelligen Wesen einen physiologischen Tod nicht besitzen und dass zu der Definition des Todes die Existenz einer Leiche notwendig ist. Wenn sich aber ein einzelliges Wesen in zwei Tochterzellen teilt, so bleibt eine solche Leiche nicht zurück. Die ganze Substanz löst sich in die Tochterzellen auf. Man kann also nicht sagen, das Muttertier stirbt, wenn seine Individualität in die Nachkommenschaft übergeht. Gegen diese Anschauung sind neuerdings einige Einwendungen gemacht worden. Die von Loeb[2]) dagegen angeführten Gründe haben, so weit ich sehe, nirgends Zustimmung gefunden. Auch Nägelis[3]) Anschauungen, die sich hauptsächlich auf die Beobachtung sehr alter Bäume beziehen, sind widerlegt. Einen indirekten Einspruch gegen Weismann erhebt Metschnikoff, denn er sieht in der Sprossung, die den Polypen, manchen Würmern und Anneliden eigen ist, eine Ausnahme vom physiologischen Tod der Metazoen, wie ich glaube mit Unrecht, denn es handelt sich dabei nicht um eine physiologische Fortpflanzung, die mit der Zweiteilung der Protozoen vergleichbar wäre, sondern um eine sehr vollständige Regeneration, die nur durch künstliche Einwirkung zustande kommt und die geschlechtliche Fortpflanzung

1) The problem of age, growth and death. Pop. Science monthly. 71. 1907.

2) Archiv f. die gesamte Physiologie. Bd. 93. 1902.

3) Abhandl. d. kgl. Bayerischen Akademie d. Wissenschaften. 1865.

Digitized by Google

nicht ausschliesst. Viel schwerwiegender sind die direkten Gründe, die scheinbar gegen die Weismannsche Anschauung sprechen, nämlich dass bei der Teilung mancher Protozoen ein Restkörper übrig bleibt und dass dieser dann als Leiche aufzufassen sei.

Bei der Sporenbildung bleibt ein Teil des Plasmas übrig, das durch Plasmolyse zu grunde geht. Auch Geisseln werden zuweilen abgestossen und schwingen noch eine Weile weiter. Bei manchen Gregarinen wird die Plasmamasse des Antheridiums für die Bildung der Gameten verbraucht. Der ganze Restkörper bleibt zurück und geht mitsamt den eingeschlossenen Resten der Kariosomen zu grunde[1]). Aehnliche Verhältnisse finden sich bei den Malariaplasmodien, wo ein häufig pigmentierter Restkörper, der durch eine Protoplasmasubstanz zusammengehalten wird, bei der Teilung übrig bleibt und sich erst allmählich auflöst. Ich glaube, dass diese Einwürfe gegen die Weismannsche Anschauung unberechtigt sind, denn die Abstossung von Körperteilen, die dann nach der Fortpflanzung zu grunde gehen, bedeutet doch nichts anderes als z. B. bei den Säugetieren die Bildung einer Plazenta, die nicht dauernd erhalten wird, oder die Bildung von Eierschalen bei niederen Wirbeltieren.

Bei der Befruchtung des Eies gehen die Schwänze der Spermatozoen verloren. Es würde aber unrichtig sein, daraus schliessen zu wollen, dass die Spermatozoen, indem sie das Ei befruchten, sterben. Bei der Entwicklung der Vogeleier gehen die Chalazen zu grunde. Noch grössere Körperreste bleiben zurück bei der geschlechtlichen Fortpflanzung mancher Tiere, so z. B. bei dem Palolowurm und bei manchen Tintenfischen. Alle diese Vorgänge haben nichts gemein mit dem physiologischen Tode der Metazoen. Man wird solche abgestossenen Gebilde nicht als Leichen bezeichnen und deswegen nicht von dem Eintreten eines Todes sprechen bei der Geburt eines neuen Individuums. Abfallsprodukte finden sich ja auch bei höheren Pflanzen in der Form der Keimblätter und Samenhülsen, die später zu grunde gehen und doch nicht als Leichen aufgefasst werden können. Das hat alles offenbar eine

1) Vgl. A. Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbellosen. Jena 1903.

Digitized by Google

ganz andere Bedeutung und darf nicht zur Bekämpfung der Weismannschen Anschauung verwendet werden. Ich bin also in der Tat der Ansicht, dass die Weismannsche Meinung von dem Fehlen des physiologischen Todes der Einzelligen zu Recht besteht. Daraus geht ohne weiteres hervor, dass der physiologische Tod nur eine Eigenschaft der Polyplastiden ist. Aber auch von diesen erleidet nicht alles den physiologischen Tod, sondern nur ein Teil, nämlich der somatische, während das Keimplasma, das in den Fortpflanzungszellen konzentriert ist, sich durch die Entwicklung neuer Generationen dauernd erhält und dem physiologischen Tode entgeht. Die Kontinuität des Keimplasmas besteht also auch bei den Polyplastiden, und dieses Plasma unterliegt ebensowenig dem physiologischen Tod wie die Einzelligen. Auch darin muss man sich den Weismannschen Ansichten voll und ganz anschliessen.

Goette kommt zu der Meinung, dass der physiologische Tod von den Einzelligen ererbt ist, wesentlich durch seine theoretischen Betrachtungen über die phylogenetische Entstehung der Polyplastiden. Diese stellt er sich, wie ich glaube, in ganz unrichtiger Weise vor, und zwar im Anschluss an Haeckel. Wie früher schon auseinandergesetzt wurde, ist es unrichtig, sich zu denken, dass die Polyplastiden aus den Monoplastiden entstanden seien durch Aneinanderlagerung einer Anzahl gleichwertiger Einzelindividuen, die sich nachher wieder voneinander trennen und zu neuen Verbänden auswachsen. Als ein Beispiel solcher Wesen führt er die Magosphaera planula an, aber diese ist offenbar gar kein einheitliches Individuum, sondern ein Cormus, bei dem, ähnlich wie bei den Siphonophoren und bei anderen Stockbildungen lediglich eine Aneinanderlagerung der Einzelindividuen erfolgt, von denen aber jedes seine Selbständigkeit bewahrt. Daran ändert sich auch nichts, wenn diese Einzelindividuen besondere Funktionen übernehmen.

Die phylogenetische Entwicklung der Polyplastiden aus den Einzelligen ist nur so zu denken, dass eine Arbeitsteilung eintrat, die eine Zellteilung zur Folge hatte, wodurch nicht nur wie bei der Magosphaera ein fakultatives Zusammenleben der Einzelligen zustande kommt, sondern ein zwangsweis altruistisches,

Digitized by Google

so dass die einzelnen Zellen nicht mehr imstande sind, für sich zu existieren. Mit der Widerlegung dieser unrichtigen Anschauung Goettes fallen auch seine gesamten übrigen Deduktionen.

Nun aber besteht noch ein weiterer Unterschied in bezug auf das Absterben zwischen den Einzelligen und den Polyplastiden. Bei den ersteren wird unter physiologischen Bedingungen das gesamte Keimplasma zur Fortpflanzung verbraucht, während bei der Mehrzahl der Metazoen eine ausserordentliche Verschwendung von Keimplasma sich herausgebildet hat, so dass nur ein kleiner Bruchteil derselben zur Erhaltung der Art Verwendung findet und der grösste Teil unverbraucht zu grunde geht. Das gilt ganz besonders von den Spermazellen, weniger von den Eizellen.

Bei den niederen Tieren, auch bei den Fischen, den Vögeln und manchen Säugetieren gelangen sämtliche Eier unter physiologischen Bedingungen zur Befruchtung und Entwicklung. Bei den höheren Tieren indessen werden viel mehr Eier produziert, als das Muttertier imstande ist, zur Entwicklung zu bringen. Am meisten tritt dieser Umstand beim Menschen in die Erscheinung. Dieser Unterschied ist aber kein prinzipieller. Die Nichtverwendung zahlreicher Keimzellen ist ein Moment der Selektionsmöglichkeit, das schon in die Zeit der Entwicklung zurückverlegt ist.

Durch die Betrachtungen Weismanns und durch die Ausdehnung derselben auf das gesamte Tierreich wird in bezug auf den physiologischen Tod das Keimplasma in einen Gegensatz gestellt zu den somatischen Bestandteilen. Wenn dagegen von mancher Seite Einspruch erhoben worden ist, so wurde doch früher schon, und besonders in dem Kapitel über Altruismus ausführlich gezeigt, dass dieser Gegensatz zu Recht besteht und nicht nur ein formaler, sondern in der Physiologie fest begründeter ist.

So viel auch darüber geschrieben worden ist, und so zahlreiche Angaben sich in den verschiedensten zoologischen und botanischen Büchern und vor allen Dingen in populären Schriften finden, so ist doch über das Alter, das Pflanzen und Tiere erreichen, sehr wenig Sicheres bekannt. Die meisten Angaben beruhen auf unkontrollierbaren Nachrichten, Beobachtungen von Laien oder zur Uebertreibung neigenden Persönlichkeiten. Vielfach sind die Angaben mit abergläubischen Vorstellungen verknüpft. Ein grosser

Digitized by Google

Teil der Angaben bezieht sich auf Tiere, die in Gefangenschaft gehalten wurden und die deshalb ebenfalls über das Alter, das erreicht werden kann, wenig Sicheres aussagen. Man ist auch aus diesen Zahlen, die der Gefangenschaft der Tiere entnommen sind, nicht imstande, Schlüsse zu ziehen, da die Gefangenschaft das Alter verkürzen kann, dadurch dass gefangene Tiere leichter Krankheiten erliegen, auf der anderen Seite aber auch verlängern könnte, dadurch dass die Tiere äusseren Schädlichkeiten entzogen werden. Weismann hat ein grosses Material zusammengetragen über das normale Alter der Tiere, aber auch viele seiner Mitteilungen entbehren der sicheren Grundlage. Auch die Mitteilungen von Gurney[1]) bringen nur wenige wirklich sichere Tatsachen. Ich habe aus einer grösseren Reihe von Literaturnachweisen folgende Daten zusammengestellt, die mir einigermassen sicher zu sein scheinen und die ich in folgender Tabelle wiedergebe:

Elefant	in der Regel bis 90 Jahre	Katze	9—20 Jahre[2])
Bär	höchstens 50 „	Schaf	15 „
Pferd	35—50 „	Fuchs	14 „
Löwe	35 „	Hase	10 „
Rind	30 „	Eichhörnchen	6 „
Wildschwein	25 „	Maus	6 „
Hund	höchstens 20 „	Meerschweinchen	6 „

Weissköpfiger Geier	118 Jahre	Kanarienvögel	12—15 Jahre[3])
Steinadler	114 „	Haushuhn	10—20 „
Raben	bis 100 „	Goldfasan	15 „
Papageien	über 100 „	Amsel	12 „
Kuckuck	32 „	Tauben	10 „
Elster	20 „	Nachtigall	8 „
Truthähne	16 „		

Schildkröten	über 100 Jahre	Krebse	20 Jahre und mehr
Karpfen	über 100 „	Regenwürmer	10 Jahre
Kröten	35 „		

Die Flussperlmuschel gebraucht 50—80 Jahre, bis sie ausgewachsen ist, die Seeperlmuschel und Auster 7 Jahre.

1) The Ibis. 1899. VII. No. 17.

2) Ich habe eine Katze untersucht, die mit 20 Jahren an einem Sarkom starb.

3) Diese Zahlen beziehen sich nur auf in der Gefangenschaft lebende Tiere.

Digitized by Google

Sehr viel genauer sind unsere Kenntnisse in bezug auf die Insekten. Von vielen derselben ist das Alter, das sie erreichen, ganz genau bekannt. Bei ihnen aber setzt sich das Leben aus drei Perioden zusammen, dem Larvenstadium, dem Stadium der Verpuppung und dem Leben als Imago. In allen Abschnitten finden sich sehr grosse Differenzen. So z. B. gebraucht die Bienenlarve bis zur Verpuppung 5—6 Tage, die Schmeissfliege 8—10 Tage, blattfressende Raupen im Durchschnitt 6 Wochen, holzfressende Raupen und Larven 2—3 Jahre, Libellenlarven 1 Jahr, Eintagsfliegen 2—3 Jahre, Maikäferlarven 4 Jahre. Als Imago leben die Psychiden wenige Tage, die parthogenetischen Psychiden sogar nur bis zu 24 Stunden. Die Begattung findet in der Puppenhülle statt. Eben dahin legt das Weibchen seine Eier und stirbt darin. Manche Eintagsfliegen leben nur 4—5 Stunden. Libelien und Schwärmer, die erst einige Tage nach dem Auskriechen begattungsfähig werden, leben 6—8 Wochen, das wenig bewegliche Weibchen von Aglia Tau 3—4 Tage, das schwärmende Männchen 8—14 Tage. Die Bienenkönigin lebt 2—5 Jahre, die Drohnen nur 4—5 Monate. Die Ameisenweibchen, sowie die Arbeiterinnen können bis zu 7 Jahren leben, die Männchen leben aber nur einige Wochen. Aus diesen Angaben ergibt sich, dass die allergrössten Differenzen bestehen, jedoch haben alle Insekten das Gemeinsame, dass sie nach der Erledigung ihres Fortpflanzungsgeschäftes sterben, manche unmittelbar hinterher, manche nach einigen Stunden, wenige Arten mehrere Tage später. Alle diejenigen, die als Imago ein längeres Leben haben, sind entweder nicht sofort nach dem Verlassen der Puppe begattungsfähig, oder die Ablegung der Eier findet sukzessive in längeren Zeiträumen statt. Die Zeit des Puppenstadiums ist ebenfalls eine sehr wechselnde, aber auch offenbar von äusseren Umständen abhängig, denn es bleiben gelegentlich Insekten lange Zeit bis zu Jahren im Puppenstadium liegen, ohne an Lebenskraft einzubüssen. Durch solche äusseren Umstände kann das Leben dieser Tiere sehr wesentlich verlängert werden.

Die sichersten Angaben über das unter physiologischen Bedingungen zu erreichende Alter haben wir beim Menschen, dessen Leben, wenn es nicht frühzeitig durch Krankheit oder Unglücks-

Digitized by Google

fälle unterbrochen wird, 80—100 Jahre dauern kann. Davon gibt es Ausnahmen nach beiden Seiten hin. Es kommt vor, dass der physiologische Tod bei manchen Menschen frühzeitig auftritt, bei anderen weit hinausgeschoben wird, und es scheint, dass diese Eigenschaften bis zu einem gewissen Grade erblich sind, so dass das Lebensalter nicht nur eine bei Arten erblich fixierte Grösse ist, sondern auch bei einzelnen Individuen, worauf auch ganz besonders Schallmayer[1]) hinweist. Aber auch den Angaben über sehr hohes Alter beim Menschen muss man vielfach mit einer gewissen Skepsis begegnen, denn die meisten verhalten sich wie die bekannten Angaben in der Bibel, sie sind sagenhaft oder müssen eine andere Deutung erfahren. Von den wirklich beglaubigten Fällen dürfte der des Thomas Parcen aus England, der ein Alter von 152 Jahren erreichte und von Harvey seziert wurde, das höchste Alter aufweisen. Die Angaben über den sogenannten heiligen Mungo von Glasgow, der 185 Jahre alt geworden sein soll, sind sicher apokryph.

An und für sich ist man ja imstande, das relative Alter bis zu einem gewissen Grade zu beurteilen. Erfahrene Menschen können das Alter von Menschen und Tieren ziemlich genau taxieren, und dass das möglich ist, beruht auf bestimmten Veränderungen, die man als Altersveränderungen bezeichnet und die sowohl beim Menschen, als auch fast in gleicher Weise bei den meisten Tieren vorkommen. Solche finden sich beim Hunde z. B. im Grauwerden der Haare, im Verlust der Zähne ohne Karies, im Erblinden durch Star. Auch bei den Affen sind Alterserscheinungen bekannt. Ich besitze das Skelett eines alten Schimpansenweibchens, dessen zahnlose Kiefer genau so atrophisch sind wie bei alten Menschen. Huxley[2]) erzählt ähnliches vom Orang und Savage vom Gorilla, dessen Grauwerden im Alter zu der falschen Anschauung geführt hat, dass es eine besondere graue Art gäbe. Ebenso lassen sich Altersveränderungen bei vielen anderen Tieren anführen. Diese sind nun mehrfach ausführlich und aufs genaueste studiert worden,

1) Vererbung und Auslese. Jena 1903.
2) Die Stellung des Menschen etc. 1863.

Digitized by Google

besonders von Demanche[1]), Mühlmann[2]) u. a. und erst neuerdings wieder von Ribbert[3]) ausführlich diskutiert.

Das Altern geht also dem Tode voran, und es ist mehrfach die Frage aufgeworfen worden, ob der Tod eine Folge des Alterns und das Altern als Ursache oder Grund für den physiologischen Tod anzusehen sei. Es wurde vorher schon erwähnt, dass Goette das Altern nicht als Grund des physiologischen Todes ansieht, und im strengen Sinne zweifellos mit Recht, denn wenn auch die Altersveränderungen schliesslich den Tod herbeiführen, so sind sie doch nicht eigentlich dem Eintreten des Todes überstellt, sondern die Alterserscheinungen und der Tod sind als gemeinsame Folgen derselben Bedingungen aufzufassen. Es erscheint also mehr als ein philosophischer, vielleicht nur ein dialektischer Streit, ob man sagen soll, die Alterserscheinungen sind die Ursache des Todes, oder nicht. Auf alle Fälle führen schliesslich die Alterserscheinungen zum Tode. Will man deswegen den physiologischen Tod auf seine Bedingungen zurückführen, so ist es notwendig, die Alterserscheinungen genau zu betrachten und wohl zu trennen von denjenigen Veränderungen, die auch bei alten Individuen gefunden werden, aber zurückzuführen sind auf überstandene Krankheiten oder Verletzungen, und infolgedessen nicht eigentlich zu den Alterserscheinungen als solchen gehören. Es erscheint mir eine erneute Feststellung dieser Alterserscheinungen um so mehr notwendig, als ich aus den Angaben Metschnikoffs ersehe, dass über dasjenige, was zu den physiologischen Alterserscheinungen gehört, keineswegs genügende Sicherheit besteht und Alterskrankheiten mit Alterserscheinungen nicht selten verwechselt werden.

Zwischen diesen beiden Dingen muss man nämlich scharf unterscheiden. Alterskrankheiten sind solche, die hauptsächlich im Alter auftreten, aber auch gelegentlich sich bei jüngeren Menschen finden, in anderen Fällen aber auch im höchsten Alter fehlen können. Alterserscheinungen jedoch sind diejenigen Ver-

1) Leipzig 1887.
2) Zentralbl. f. pathol. Anatomie. 1900.
3) Bonn 1908.

Digitized by Google

änderungen im Körper, die sich mit zunehmendem Alter auch unabhängig von interkurrenten Krankheiten einstellen und deswegen nicht als pathologisch aufgefasst werden dürfen.

Die Alterserscheinungen beginnen mit dem Aufhören des Wachstums. Man wird sich also die Frage vorlegen müssen, warum das Wachstum der Metazoen aufhört, und in Wirklichkeit hat bisher niemals jemand, wie es scheint, diese Frage aufgeworfen. Ich muss daher den Gedankengang von S. 185 u. ff. hier noch einmal wiederholen. Sehr viel hat man sich mit dem Beginn des Wachstums beschäftigt, und es existieren eine Menge von Tatsachen, die ein gewisses Licht auf dieses Gebiet werfen. Wenn nun auch durch die interessanten Untersuchungen Jacque Loebs u. v. a. eine Reihe von Gelegenheitsursachen bekannt geworden ist, die uns ein Verständnis für das parthenogenetische Wachstum näher bringen, so wissen wir doch über die inneren Ursachen des Wachtumsreizes, der durch die geschlechtliche Vereinigung von Keimzellen zustande kommt, eigentlich garnichts. Das ist aber auch für die hier zu erörternden Fragen ganz irrelevant, und wir können uns damit begnügen, festzustellen, dass ein solcher Wachstumsreiz irgendwelcher Art vorhanden sein muss, der den ersten Anstoss zur Entwicklung der Metazoen gibt. Dieser Reiz wirkt in der Weise, dass zunächst eine Zelle in zwei Teile geteilt wird, diese zwei Zellen dann in vier usw. Die Teilungen können gleiche oder ungleiche sein, je nach der Art des Wachstums, und es beruht dieses Wachstum bis zum Moment, wo der Körper in seinen wesentlichsten Teilen entwickelt ist, zum grossen Teil auf Differenzierungsvorgängen, deren innere Ursachen auf erbliche Momente zurückzuführen sind. Für unsere Betrachtungen beginnt erst das Wachstum Interesse zu gewinnen, das nach morphologischer Entwicklung der einzelnen Organe eine Vergrösserung derselben bedeutet. Wir haben uns also nicht mit dem Wachstum des Embryos, sondern mit dem Wachstum des Fötus zu beschäftigen. Dabei sehen wir, dass dieses Wachstum, ebenso wie das früher schon vom Embryo erwähnt wurde, kein gleichmässiges ist. Wenn man fötale Organe von Metazoen auf ihre Kernteilungsfiguren untersucht, so findet man, dass zu den verschiedenen Zeiten die Organe verschieden kräftig wachsen, was man auch schon aus der makro-

Digitized by Google

skopischen Entwicklung der einzelnen Organe schliessen darf. So sehen wir, dass im Anfang das Herz und das Gehirn eine besonders kräftige Entwicklung finden. Später ist es die Leber, die besonders stark wächst, so dass sie zu gewissen Zeiten den grössten Teil des fötalen Abdomens ausfüllt. Dann sehen wir auf einmal die Lunge sich besonders stark entwickeln. Die Nebennieren entwickeln sich in früher fötaler Periode kräftig und nehmen in ihrer Wachstumsenergie stark ab. Auf diese Weise sieht man ein Hin- und Herschwanken des Wachstums von einem Organ auf das andere oder von einer Organgruppe auf die andere, und diejenigen, die am längsten im Wachstum zurückbleiben, sind die Geschlechtsorgane und die besonderen Körperteile, die die sog. sekundären Geschlechtscharaktere enthalten. Mit der Entwicklung dieser ist dann das Wachstum wesentlich beendet und klingt ganz allmählich aus, so dass man eine strenge Altersgrenze des Wachstums nicht genau angeben kann. Es ist bekannt, dass manche Menschen schon mit 17 oder 18 Jahren ausgewachsen sind. Andere wachsen noch bis zum 24. oder 25. Lebensjahr. Noch späteres Wachstum, wie wir es bei gewissen Riesenformen bei der Akromegalie und ähnlichen Zuständen finden, dürfte kaum noch in das Gebiet des Physiologischen hineingehören und ist als ein pathologisches Ereignis anzusehen, das aus dem Rahmen dieser Betrachtungen zunächst wenigstens herausfällt.

Was also aus diesen Tatsachen hervorgeht, ist, dass das Wachstum kein kontinuierliches, gleichmässiges ist, sondern dass dasselbe schubweise erfolgt, und zwar, wenn auch mit einer gewissen Regelmässigkeit, von einem Organ auf das andere überspringt. Wodurch dieses ungleichmässige Wachstum ursprünglich bedingt ist, soll nicht weiter eruiert werden. Die Tatsache aber muss man als sicher betrachten. Aus ihr erklärt sich, wie ich glaube, das Aufhören des Wachstums. Wie schon auf S. 186 ausgeführt wurde, kann man das Wachstum mit einem Pendel vergleichen, der durch irgend eine Kraft angestossen wird und dessen Schwingungen allmählich ausklingen, bis die Gleichgewichtslage erreicht ist, denn in Wirklichkeit handelt es sich auch in dem Körper um die Erreichung eines Gleichgewichts. Dieses Gleichgewicht wird gestört durch die Befruchtung des Eies, und das unregelmässige Wachstum ist nicht nur der

Digitized by Google

Ausdruck dieses gestörten Gleichgewichts, sondern auch die Ursache neuer Gleichgewichtsstörungen. Wenn z. B. die Leber sich zu irgend einer Zeit besonders stark entwickelt, so muss, da die Funktion der Leber, wie früher gezeigt wurde, in einer altruistischen Beziehung zu den übrigen Körperformen steht, nach einiger Zeit eine altruistische Wucherung angeregt werden. Diese wiederum geht etwas über das Mass des Gleichgewichts hinaus, ja in manchen Organen vielleicht stärker als in anderen, und so entsteht ein erneutes Herausrücken aus der Gleichgewichtslage, wodurch wiederum das Wachstum anderer Organe bedingt wird. Aber die Ausschläge aus der Gleichgewichtslage werden immer geringer, wie man aus der immer mehr abnehmenden Geschwindigkeit des Gesamtwachstums entnehmen kann, bis schliesslich das Gleichgewicht der Organe gegeneinander vollständig erreicht ist.

Durch pathologische Ereignisse kann dieses Gleichgewicht gestört werden. Denn wir wissen, dass die mangelhafte Entwicklung einzelner Organe auch die mangelhafte Entwicklung anderer Organe nach sich zieht. Und wir wissen, dass durch das Wachstum einzelner Organe durch pathologische Ereignisse eine altruistische und auch korrelative Vergrösserung anderer Organe noch in späterer Zeit eintreten kann.

Wenn wir aber vom physiologischen Tode sprechen, so haben wir es nicht mit diesen pathologischen Ereignissen zu tun, sondern lediglich mit denjenigen Veränderungen, die nach Abschluss des physiologischen Wachstums in dem nun fertig gestellten Körper unabhängig von pathologischen Ereignissen auftreten.

Mir scheint, dass man dreierlei bei diesen Betrachtungen scharf voneinander unterscheiden muss, erstens wirkliche Krankheitszustände, zweitens Reste von Krankheiten, die das betreffende Individuum während seines Lebens durchgemacht hat, drittens Veränderungen an Organen, die weder in die erste noch in die zweite Rubrik hineingezählt werden können.

Die Krankheitserscheinungen, die bei alten Leuten auftreten, stimmen zum grossen Teil überein mit denjenigen Veränderungen, die man auch bei jüngeren Menschen findet, so dass, wenn man die Pathologie des Alters betrachten will, man nicht genötigt ist, auf alle diejenigen Dinge einzugehen, die den übrigen Lebensaltern zukommen. Man wird nur hier zunächst fragen müssen, gibt es

Digitized by Google

Krankheiten, die ganz vorzugsweise dem hohen Alter eigentümlich sind? Diese Frage ist unbedingt zu bejahen, und zwar gibt es kaum irgend ein Organ, das nicht solche Krankheiten aufwiese, die man im jüngeren Alter garnicht oder nur selten oder in anderer Weise findet wie im hohen Alter.

In erster Linie werden von solchen Alterskrankheiten die Gefässe betroffen, und wenn diese Gefässveränderungen, die man gewöhnlich mit dem Namen Arteriosklerose umfasst, nicht auf syphilitischer Basis entstehen oder durch Alkoholismus hervorgebracht sind, oder endlich nicht durch eine Reihe von anderen äusseren Umständen veranlasst wurden, so können sie in ganz ausgezeichneter Weise als eine Erkrankung des Alters bezeichnet werden. Es gibt zwar in seltenen Fällen sehr alte Leute, die von dieser Veränderung nur Spuren aufweisen, aber etwas davon ist immer vorhanden, in den meisten Fällen sogar nicht unerhebliche Mengen. Diese Altersarteriosklerose ist zweifellos zurückzuführen auf die mechanische Abnutzung der Gefässe, und dabei spielen natürlich die Disposition und auch die äusseren Einwirkungen eine sehr erhebliche Rolle. Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, dass alle ursächlichen Momente für die Entstehung dieser Krankheit mit Ausnahme der Syphilis in der Weise wirken, dass die Gefässwandungen durch die Ausdehnung bei der Pulsation geschädigt werden. Die einzelne normale Pulswelle erzeugt natürlich eine unmessbar kleine Schädigung, aber wenn man in der Minute nur 60 Pulsschläge beim Menschen rechnet, so macht das im Jahr schon 31 536 000 Pulsschläge und in 90 Jahren 2838 240 000 Pulsschläge. Die Summierung so vieler kleiner Schädigungen dürfte gewiss schon imstande sein, einen bemerkbaren Effekt an den elastischen Geweben eines Organs hervorzurufen. So lange man annahm, dass die Gewebe in einer permanenten Regeneration begriffen seien, da konnte von einer solchen Abnutzung natürlich nicht die Rede sein. Anders aber stellt sich die Betrachtung dar, wenn man bedenkt, dass durchaus nicht alle Gewebe permanent regeneriert werden, sondern dass gerade die elastischen Fasern verhältnismässig wenig regenerationsfähig sind und gewönlich nach Zerstörung derselben durch ein nur wenig elastisches Narbengewebe ersetzt werden. Nun sind aber die

Digitized by Google

Schädigungen in Wirklichkeit sehr viel grösser, als aus dieser Berechnung hervorgeht, denn der Puls geht nicht das ganze Leben hindurch seinen ruhigen Gang fort, sondern er wird beeinflusst durch die Bewegung des Körpers, durch die Verdauung, durch dem Körper vielfach zugeführte Gifte wie Alkohol, Tabak, Kaffee, Tee, Fleisch, Extraktivstoffe usw., ferner durch interkurrente Krankheiten mit Fiebersteigerung und durch psychische Erregungen, wozu auch die Geschlechtstätigkeit zu rechnen ist. Alle diese Umstände bringen eine Steigerung der durch den normalen Pulsschlag gesetzten Schädigungen hervor, und es kann daher nicht Wunder nehmen, wenn das Resultat ein stärkeres ist, als aus der einfachen Berechnung der Zahl der Pulsschläge für ein langes Leben hervorgeht.

Die Arteriosklerose ist also ebenso wie die Abnutzung der Zähne in ganz ausgezeichneter Weise eine Verbrauchskrankheit im Sinne derjenigen Autoren, die sich das Altern als eine Abnutzung des Körpers vorstellten. Sie ist also eine Alterskrankheit, weil zu ihrer Entstehung Jahrzehnte notwendig sind. Aber sie ist keine Alterserscheinung an und für sich und kann deshalb auch im höchsten Alter fehlen.

Die Arteriosklerose hat nun bekanntlich eine grosse Reihe von Organerkrankungen zur Folge; dazu gehören auch Veränderungen im Gehirn, Diabetes, Herzmuskelerkrankungen usw., auch die von Metschnikoff erwähnte Schrumpfniere. Aber alle diese Erkrankungen sind nicht ausgesprochene Greisenkrankheiten, sondern sie entwickeln sich ebenso im Anschluss an die aus irgend einem Grunde frühzeitig aufgetretene Arteriosklerose. Ganz besonders gilt das von der Schrumpfniere. Wir werden später noch sehen, dass die eigentliche Altersveränderung der Niere nicht die granuläre Atrophie derselben ist, die unter der Einwirkung der Arteriosklerose zustande kommt. Wenn also ein Mensch einmal in jüngeren Jahren an Arteriosklerose und ihren Folgeerscheinungen leidet, so wird man nicht berechtigt sein, das als ein frühzeitiges Altern zu bezeichnen, da es sich hier um wirklich gut charakterisierte, besondere pathologische Zustände und deren Folgeerscheinung handelt. Erst im höheren Alter sehen wir eine indi-

Digitized by Google

viduell verschiedene Disposition der Gefässe in die Erscheinung treten, die in einer Atrophie der elastischen Elemente besteht nicht nur der eigentlichen elastischen Fasern, sondern auch der Muskulatur. Diese ist unabhängig von den eben beschriebenen sklerotischen Veränderungen, und sie kann bei manchen Leuten früher als bei anderen auftreten. In diesem Sinne kann man sagen, der eine Mensch sei früher gealtert als der andere, was Casalis in die Formel gekleidet hat: „Der Mensch ist so alt wie seine Gefässe.“ Es gibt also eine besondere Krankheit an den Gefässen, die Arteriosklerose, die mit Ausnahme gewisser Fälle eine Alterskrankheit ist, und es gibt eine Altersinvolution der Gefässe, die zu den physiologischen Alterserscheinungen gehört. Die letztere bedingt nicht die Folgeerscheinungen an den übrigen Organen, wie die Arteriosklerose, und deshalb wäre es unrichtig, wenn man alle die Altersveränderungen in letzter Linie auf die Arteriosklerose zurückführen wollte, wie es Demange[1]) versucht. Die Alterserscheinungen sind der Arteriosklerose koordiniert, nicht subordiniert.

Die Frage, ob auch die Geschwulstbildungen zu den Alterserscheinungen gehören, ist von grosser Bedeutung. Die ausführlichen Statistiken, die in den letzten Jahren entstanden sind, haben zur Genüge gezeigt, dass gerade die bösartigen Geschwülste eigentlich nicht Greisenerkrankungen sind. Die Sarkome kommen sogar ausgesprochenermassen dem jugendlichen Alter zu. Die Karzinome treten allerdings in ihrer grössten Zahl im höheren Alter auf, aber solche bei Menschen über 70 Jahre gehören eigentlich wieder zu den Seltenheiten. Offenbar sind die Menschen, die zu Karzinombildungen disponieren, schon vor dieser Zeit weggestorben. Wenn sich aber wirklich einmal bei einem sehr alten Menschen ein Karzinom entwickelt, so kann man fast ohne Ausnahme beobachten, dass dasselbe einen ungewöhnlich gutartigen Verlauf nimmt, ja manche dieser Karzinome finden sich bei den Sektionen von Greisen, ohne dass sie klinisch irgendwie in die Erscheinung getreten sind. Sie bleiben relativ klein, wachsen

1) Etude clinique et anatom. patholog. sur la vieillesse, Paris 1886.

Digitized by Google

sehr langsam und haben nur eine geringe Neigung, Metastasen zu machen. Die grosse Menge der Krebskranken liegt zwischen 40 und 60 Jahren.

Anders steht es mit der grossen Zahl der übrigen Geschwülste. Lipome, Fibrome, Warzen, Atherome, Drüsengeschwülste der verschiedenen Art kommen im hohen Alter überaus häufig vor. Wenn man aber genau erwägt, worauf das beruht, so dürfte man zu dem Resultat kommen, dass diese Geschwulstbildungen dennoch nicht eigentliche Alterserscheinungen darstellen. Die lange Zeit des Lebens gibt nur Raum, dass mehr Schädigungen, die solche Geschwülste erzeugen, einwirken, als bei jüngeren Leuten, und da diese Geschwülste in der Regel nicht zum Tode führen und meist auch ohne besondere Beschwerde ertragen werden, so ist es natürlich, dass man um so häufiger diese Geschwülste finden muss, je älter ein Individuum wird.

Ebenso wie mit den Geschwülsten geht es auch mit zahlreichen anderen Krankheiten, zu denen jeder Mensch gelangen kann dadurch, dass er sich in seinem Leben äusseren Schädigungen aussetzt. Je länger er lebt, desto mehr ist er solchen Schädigungen ausgesetzt, und um so wahrscheinlicher ist die Entstehung dieser verschiedenartigen Krankheiten. Dahin gehören z. B. die chronischen Katarrhe besonders der Luftwege. Ich möchte aber ausdrücklich hervorheben, dass dazu nicht das Emphysem gehört, wie gewöhnlich angegeben wird. Das Emphysem ist freilich eine Erkrankung, die abgesehen von gewissen Ausnahmefällen bei jungen Leuten nicht auftritt, aber sie ist auch nicht eine Erkrankung des höheren Greisenalters. Man findet wohl bei alten Leuten garnicht selten leichte Lungenblähungen an den Rändern, aber die charakteristischen Fälle von Emphysem, die schliesslich durch sekundäre Katarrhe und Hypertrophie des rechten Herzens zum Tode führen, spielen sich in der Zeit zwischen dem 50. und 60. Lebensjahre ab, also noch unterhalb der Greisenperiode. Im hohen Alter findet sich nur eine Schwächung der elastischen Fasern in der Lunge, aber kein Schwund derselben. Dadurch kann eine leichte Blähung der Lungenränder zustande kommen (Altersemphysem), aber niemals das typische Emphysem, das überhaupt keine primäre Lungenkrankheit ist, sondern die Folge einer starren Dilatation des Thorax.

Digitized by Google

Zu den ausgezeichnetsten Greisenkrankheiten gehört die Prostatahypertrophie. Auch diese kann gelegentlich schon bei jüngeren Individuen auftreten. Ich sah sie einmal sogar bei einem 34jährigen Manne voll entwickelt. Jenseits des 50. Lebensjahres macht sie sich schon häufiger bemerklich. Sie nimmt dann mit dem Alter des Menschen immer mehr zu, und Männer über 70 Jahre lassen der grössten Mehrzahl nach Prostatahypertrophien, wenn auch oft nur leichteren Grades, erkennen. Aber immerhin sind es bei weitem nicht alle alten Leute, die eine Prostatahypertrophie bekommen, es gehört also auch offenbar die Prostatahypertrophie nicht zum Begriff des Alterns. Wodurch dieselbe zustande kommt, ist allerdings trotz der zahlreichen in letzter Zeit erfolgten Untersuchungen über diesen Gegenstand noch keineswegs aufgeklärt. Ursprünglich akute Entzündungen, die dann allmählich chronisch werden, dafür verantwortlich zu machen, erscheint mir unstatthaft, denn die Struktur der Prostatahypertrophie stimmt keineswegs überein mit demjenigen, was wir an anderen Organen durch chronische Entzündung entstehen sehen. Ausserdem fehlt der Nachweis, dass auch nur in der Mehrzahl der Fälle von ausgesprochenen Prostatahypertrophien eine solche chronische Entzündung vorangegangen ist.

Fast im selben Verhältnis zum Greisenalter wie die Prostatahypertrophie steht die Arthritis deformans. Zweifellos ist auch sie eine Krankheit, die ganz vorzugsweise dem höheren Alter zukommt. Aber auch hier beobachten wir wieder gelegentlich Fälle bei jüngeren Leuten, ja es gibt Menschen, die schon in den zwanziger Jahren deutliche Exostosen in der Gegend der Gelenke haben. Besonders frühzeitig pflegen zuweilen solche an den Wirbelkörpern aufzutreten. Auch hier besteht das Verhältnis, dass die meisten alten Leute eine mehr oder weniger deutlich entwickelte Arthritis deformans haben, aber wiederum nicht alle, so dass also auch die Arthritis deformans nicht zum Begriff des Alterns gehört. Offenbar sind es ganz bestimmte äussere Schädigungen, die durch ihre Summierung diese Krankheit erzeugen. Wenn sie gehäuft auftreten, so veranlassen sie bei dazu disponierten Individuen frühzeitig die Krankheit, sonst erst später oder auch garnicht. Die Arthritis deformans war schon in prähistorischer Zeit vorhanden, denn man findet sie häufig an den Knochen der Höhlentiere, z. B. des Ursus

Digitized by Google

spelaeus, und auch die Knochen des Neandertal-Menschen lassen deutliche Spuren der Krankheit erkennen. Es kann ein Mensch in allen seinen Erscheinungen greisenhaft sein, ohne Prostatahypertrophie und ohne Arthritis deformans zu haben.

Es könnten hier noch eine ganze Reihe von anderen Veränderungen aufgezählt werden, die sich in gleicher Weise verhalten, z. B. der Altersstar, die Varizen an den Unterschenkeln, die Sklerose des Mittelohrs usw., aber es genügt, an einzelnen Beispielen gezeigt zu haben, was hier gemeint ist, und es würde viel zu weit führen, hier eine vollständige Pathologie des Alters auseinanderzusetzen. Deshalb will ich auch nicht weiter darauf eingehen, dass alte Leute manchmal eine ausgesprochene Disposition zu ungewöhnlich lokalisierten Infektionskrankheiten haben, z. B. zu isolierter Tuberkulose des Perikards und der Pleura.

Was die zweite Gruppe von Veränderungen im Alter betrifft, nämlich die Narbenbildung als Residuen früherer Krankheiten, so hängt deren Zahl und Ausdehnungen natürlich ab von der Zahl, der Art und der Schwere der überstandenen Krankheiten. Diese aber unterliegen in den meisten Fällen Zufälligkeiten oder auch der Art des Berufes und müssen sich natürlich mit zunehmendem Alter summieren. Es gibt Krankheiten, die, ohne irgend eine Veränderung zu hinterlassen, ausheilen können, d. h. die eine Restitutio ad integrum gestatten. Dazu gehören z. B. der Typhus abdominalis, die Pneumonia fibrinosa und katarrhalis, die Diphtheritis, Masern, Scharlach usw. Es hängt das davon ab, dass diese Krankheiten entweder keinerlei Gewebszerstörungen erzeugen, oder dass sie nur solche Gewebe vernichten, die einer vollständigen Regeneration fähig sind. Unter besonderen abnormen Verhältnissen hinterlassen auch sie Narben. Auf der anderen Seite aber gibt es Krankheiten, die niemals, ohne Residuen zu hinterlassen, ausheilen, z. B. Pocken, Syphilis, Tuberkulose, Entzündungen seröser Höhlen und Häute, Knochenbrüche usw. Da, je älter ein Mensch wird, er um so mehr das Bestreben hat, sich den auf ihn einwirkenden Schädigungen zu entziehen, so sieht man ganz allgemein, dass ältere Leute, obwohl sie schon an und für sich viel weniger zu Infektionskrankheiten disponieren, doch eine viel grössere Sorgfalt anwenden, sich Ansteckungen nicht auszusetzen als junge Leute. Es liegt das ganz

Digitized by Google

zweifellos in dem angeborenen Lebenstrieb und in dem Bewusstsein, dass man im höheren Alter durch eine Infektionskrankheit mehr gefährdet ist, als im kräftigsten Mannesalter. Auch das Ausscheiden alter Leute aus einem ihren Körper schädigenden Beruf verringert die Einwirkung äusserer Schädigungen. Wenn es ja zweifellos ist, dass manche Berufsarten schädigender wirken als andere, so kann es doch gar keinem Zweifel unterliegen, dass die dauernde Beschäftigung nach irgend einer Richtung hin schliesslich immer schädigend wirken muss, selbst wenn die Berufsart an und für sich nicht als eine besonders gefährliche anzusehen ist. Man braucht also garnicht bei diesen Betrachtungen an diejenigen Menschen zu denken, die in staubhaltiger Luft arbeiten müssen, oder die permanent mit Giften zu tun haben, oder die sich, wie die Aerzte, Infektionen aussetzen, oder deren Leben, wie bei den Dachdeckern, in fortwährender Gefahr schwebt, durch einen plötzlichen Unglücksfall zum Abschluss zu gelangen. Auch die gewöhnlichen, im allgemeinen als ungefährlich geltenden Berufsarten haben ihre Gefahr, denn jeder Beruf hat eine gewisse Einseitigkeit, und es wird deswegen irgend ein Körperteil durch denselben besonders in Anspruch genommen. Wenn nun auch die einzelnen Schädigungen denkbar geringe sind, so machen sie sich doch durch Summierung schliesslich bemerkbar. Der eine ist z. B. durch seinen Beruf gezwungen, eine sitzende Lebensweise zu führen, und er läuft Gefahr, Hämorrhoiden zu bekommen oder unter dem Mangel an Bewegung und frischer Luft zu leiden. Ein anderer führt eine stehende Lebensweise: er bekommt Varizen und Geschwüre an den Unterschenkeln und einen Plattfuss. Wieder ein anderer findet seine Beschäftigung im Freien, wo er den Unbilden der Witterung ausgesetzt ist. Ja selbst Gewohnheiten, die an und für sich harmlos erscheinen, können schliesslich zu Krankheiten führen. Die ausschliesslichen Fleischesser neigen zur Gicht, die Vegetarianer zur Anämie, diejenigen, die es lieben, Mehlspeisen und Kartoffeln zu essen, bekommen einen übermässigen Fettansatz. Wer die Gewohnheit hat, die Pfeife oder Zigarre immer an derselben Stelle des Mundes zu halten, kann dort einen Krebs bekommen. Wer unzweckmässiges Schuhzeug trägt, bekommt Clavi oder Deformationen der Zehengelenke. Wer beim Lesen die Schrift zu nahe

Digitized by Google

hält, wird kurzsichtig. Es liess sich noch eine Unzahl von Beispielen anführen, die alle zeigen, dass gerade durch die kleinen Gewohnheiten und Missbräuche des Lebens eine Menge Krankheitszustände im hohen Alter resultieren.

Die Narben, die von überstandenen Krankheiten zurückgeblieben sind, werden vielfach auch von den Sachverständigen unrichtig bezeichnet, und es hat sich in dieser Beziehung eine Anzahl von Missbräuchen in die Nomenklatur eingeschlichen, über die Virchow schon einmal sich geäussert hat, wobei er allerdings anerkannt hat, dass er auch selber dieser Gewohnheit nicht entging, die meist zu hartnäckig ist, um der besseren Einsicht zu weichen. So werden garnicht selten Verwachsungen der Pleurablätter als Pleuritis chronica, Herzschwielen als Myocarditis fibrosa, syphilitische und gonorrhoische Narben der Hoden als Orchitis fibrosa bezeichnet. In diesen Fällen kann man indes ebenso gut und verständlich von Adhaesiones pleurae sprechen oder von Cicatrices testis usw., aber für manche dieser Erscheinungen fehlen uns die rechten Namen und die wissenschaftliche Nomenklatur ist ohne dies schon so überlastet, dass man mit Recht davor zurückschreckt, neue Namen zu finden.

Dass nun solche Narben gelegentlich eine Beeinträchtigung der Gesundheit herbeiführen können, ohne eine eigentliche Krankheit darzustellen, und dass sie infolgedessen mit unter das Bild der Veränderungen im Alter fallen können, ist selbstverständlich, aber ebenso selbstverständlich erscheint es mir, dass man sie nicht zu dem eigentlichen Wesen des Alterns zählen darf, da sie mit dem Altern als solchem nichts zu tun haben und es auch sehr alte Leute gibt mit allen charakteristischen Alterserscheinungen, die zufälligerweise in ihrem langen Leben allen Krankheiten entgangen sind, welche Residuen zu hinterlassen vermögen.

Dasjenige, was nun im wesentlichen in Betracht kommt, sind nicht alle diese Punkte, die bisher besprochen wurden, und dieselben wurden nur deswegen etwas ausführlicher erwähnt, um per exclusionem zu der dritten Gruppe von Altersveränderungen überzugehen, die nun die eigentlichen anatomischen Erscheinungen des Alters darstellen. Wenn man diese Alterserscheinungen generell charakterisieren will, so lässt sich das wenigstens für die Mehr-

Digitized by Google

zahl der Veränderungen dadurch tun, dass man sagt, nach Ueberschreitung eines gewissen Alters werden alle Bestandteile des Körpers kleiner. Freilich werden wir bald sehen, dass manche Altersveränderungen nicht unter diese einfache Definition ohne weiteres fallen, sondern sich etwas anders darstellen. So sehen wir, dass an manchen Organen ein tatsächlicher Schwund eintritt, nicht bloss unter Verkleinerung ihrer Elemente, sondern auch wirklich unter Vernichtung derselben. Andere wieder haben überhaupt nichts mit einem Kleinerwerden zu tun, und gerade hierzu gehört diejenige Alterserscheinung, die häufig schon am ersten und frühzeitigsten auftritt, nämlich das Grauwerden der Haare. Dasselbe beruht auf einer mangelhaften Pigmententwicklung in der Wurzel der Haare, und das Haar wird von unten herauf allmählich weiss.

Bei dieser Gelegenheit kann vielleicht bemerkt werden, dass zwar unzweifelhaft das Grauwerden der Haare durch psychische Erregungen beschleunigt werden kann, aber das so vielfach behauptete Grauwerden über Nacht gehört zu derjenigen Form der Aberglauben, die auf mangelhafte Beobachtung zurückzuführen sind und die sich gewöhnlich dadurch erklären, dass den betreffenden Menschen selbst oder ihrer Umgebung nach einer heftigen Erregung zum ersten Mal die Anwesenheit von grauen Haaren auffällt. Auch hier muss man wieder unterscheiden zwischen dem Grauwerden auf der Basis bestimmter Krankheiten und demjenigen als typische Alterserscheinungen. Es gibt junge Menschen, ohne jede Spur von Altersveränderungen, die weisse Haare haben, ja schon bei Kindern ist das Grauwerden der Haare beobachtet werden.

Das Kleinerwerden der Organe, das so charakteristisch ist für die Alterserscheinungen, betrifft nicht einzelne derselben, sondern ist ein ganz genereller Zustand. Die Haut mit ihren Anhängen, das Fettgewebe, das Bindegewebe, die Muskulatur, die inneren Eingeweide und ganz besonders das Knochensystem beteiligen sich an dieser Abnahme.

Am charakteristischsten lässt sich dieser Zustand an den Knochen verfolgen. Am Schädel treten z. B. Altersveränderungen ganz besonders hervor, nämlich an der Oberfläche des Schädeldaches und an den Alveolarfortsätzen der Kiefer. Die Altersatrophie des Schädeldaches ist eine von aussen nach innen wirkende.

Digitized by Google

Die ersten Anfänge kann man darin erkennen, dass die Tabula externa sich verdünnt und dabei auch eine wirkliche Resorption derselben stattfindet, denn nach einiger Zeit tritt die Spongiosa an die Oberfläche und dieselbe wird dadurch fein porös und rauh. Die Rarefikation kann dann noch weiter gehen und kann bis auf die Lamina interna sich fortsetzen. Doch ist es niemals beobachtet worden, dass dadurch wirkliche Defekte im Schädeldach zustande gekommen wären. Der ganze Prozess ist in den meisten Fällen auch annähernd symmetrisch entwickelt und zwar vorzugsweise in den hinteren Abschnitten der Seitenwandbeine und zum Teil auch am Hinterhauptbein. Man hat manchmal geglaubt, dass diese Veränderung auf eine mechanische Einwirkung durch Druck auf den Kopf beim Liegen zurückzuführen sei, doch kann davon gar keine Rede sein, denn ich glaube, kein Mensch ist imstande so zu liegen, dass gerade die am häufigsten betroffenen symmetrischen Stellen des Schädel unter einen besonderen Druck gesetzt werden.

An den Alveolarfortsätzen beginnt die Altersatrophie schon viel früher als im allgemeinen angenommen wird, aber dieselbe ist nicht ganz leicht zu beurteilen, weil sie gewöhnlich kompliziert wird durch das Ausfallen der Zähne infolge von Karies. Die Formen, die schliesslich an den Kiefern resultieren aus der, wenn man so sagen darf, physiologischen Altersinvolution und nach Ausfall der kariösen Zähne, sind in der Tat so weit übereinstimmend, dass man sie anatomisch nicht immer voneinander unterscheiden kann. Die Karies der Zähne ist natürlich eine Krankheit, und zwar die ausgesprochene Kulturkrankheit, von der, so weit ich sehe, allgemein anerkannt ist, dass sie durch mangelhafte Selektion allmählich entstanden ist.

Aber selbst wenn die Zähne bis in das höhere Alter hinein nicht kariös werden, so fallen sie schliesslich doch aus und zwar dadurch, dass die Alveolarfortsätze der Kiefer kürzer werden, die Alveolen sich abflachen und das Zahnfleisch sich von den Zähnen zurückzieht. Darauf ist das Längerwerden der Zähne zurückzuführen, das nicht auf einem späteren Wachstum derselben beruht, sondern auf einem Hervorschieben aus den verkürzten Alveolarfortsätzen. Schliesslich sind die Zähne so wenig befestigt,

Digitized by Google

dass sie bei einer leichten Berührung ausfallen, und dabei können sie vollkommen gesund sein. Die Atrophie der Alveolarfortsätze kann schon mit 40 Jahren und früher anfangen. Sie ist häufig mit dem 60. Lebensjahr schon so weit entwickelt, dass die Zähne sämtlich ausgefallen sind. Sie kann aber auch langsamer fortschreiten, so dass man gelegentlich bei 80jährigen oder älteren Leuten noch festsitzende Zähne vorfindet. Es gibt also auch hier individuelle Schwankungen.

An dem übrigen Knochensystem ist nun diese Rarefikation ebenso zu bemerken wie am Schädel, und dieselbe äussert sich praktisch ganz besonders in der starken Brüchigkeit der Knochen, die am häufigsten an demjenigen Knochen hervortritt, der mit zu den belastetsten gehört und gleichzeitig dabei am meisten äusseren Traumen ausgesetzt ist, das ist der Hals des Oberschenkels, und deswegen kommen hier am häufigsten im höheren Alter Knochenbrüche vor.

Die Abnahme der Körperlänge im höheren Alter ist freilich auch auf die Grössenabnahme der Wirbelkörper zu beziehen, aber doch nur zum kleinen Teil. Vielmehr hängt diese wesentlich von der schlafferen Haltung ab durch die geringere Muskelkraft, die das stramme Aufrechthalten des Körpers verhindert. Auch diese geringere Muskelkraft ist das äussere Zeichen für die Abnahme der Qualität und der Dimensionen der einzelnen Muskelfasern.

Von besonderer Bedeutung für die Beurteilung der Alterserscheinungen sind auch die Veränderungen an der äusseren Haut. Dieselbe unterliegt vorzugsweise einer Verdünnung der Epidermisschichten. Die Dicke der Epidermisschicht ist ausserordentlichen individuellen Schwankungen ausgesetzt, und daher versteht es sich, dass in jedem Alter der eine Mensch eine absolut dünnere Haut hat als der andere. Aber relativ dünner ist die Haut im hohen Alter stets gegenüber dem jüngeren. Abgesehen von individuellen Schwankungen ist die Dicke der Epidermis im wesentlichen abhängig von der Produktion von Kittsubstanz, die die verhornten Zellen zusammenhält, und von der Grösse der Zellen in der Malpighischen Schicht.

Die Verdünnung der Haut hat mit einem etwaigen Nachlassen der permanenten Regeneration, wie vielfach angenommen

Digitized by Google

wurde, garnichts zu tun. Denn man findet in der Haut eines Greises ebensoviel Kernteilungsfiguren, wie in der eines jüngeren ausgewachsenen Menschen. Dieselbe ist vielmehr zurückzuführen auf die Verkleinerung sämtlicher Zellen und auf eine Abnahme der Schichten der Epidermis. Vor allen Dingen ist die Hornschicht stark verdünnt und deswegen ist die Greisenhaut leichter verletzlich. Vielleicht sind kollaterale Vergrösserungen, die sich an den Talgfollikeln, an den Schweissdrüsen und gelegentlich auch in Form von Warzen an der Epidermis selber finden, darauf zurückzuführen, dass die Reize auf diese verdünnte Epidermis leichter schädigend einwirken und auch besser durch dieselbe hindurch auf die Hautanhänge sich fortsetzen können. Im allgemeinen aber findet man, dass auch die Hautdrüsen und die Talgfollikel an der Altersverkleinerung teilnehmen, ebenso wie die Haarwurzeln allmählich atrophisch werden und die Nägel. Die Atrophie erstreckt sich auch durchaus nicht auf die Kutikulargebilde allein, sondern ergreift auch die Kutis, die Papillen mit den glatten Muskelfasern und die elastischen Fasern. Aus alledem resultiert dann die sogenannte Greisenhaut, die sich auszeichnet ausser durch ihre Dünnheit, durch ihre Glätte und Trockenheit, ihre Abhebbarkeit von der Unterlage, wobei grobe Falten lange stehen bleiben, und endlich ihre leichte Verletzbarkeit. Auch die häufig vorhandene Röte der Haut hängt davon ab, indem Gefässe besser durchschimmern, aber auch durch Atrophie ihrer elastischen Elemente sich erweitern.

Ebenso wie Knochen und Haut atrophisch werden, so werden es auch die übrigen Gewebe und Organe. In dieser Beziehung ist von Bedeutung die Atrophie des Fettgewebes, und man kann ganz allgemein sagen, dass Greise eine Neigung haben, abzumagern. Es ist ja wohl bekannt, dass es auch fette Greise gibt, aber diese sind entweder im früheren Lebensalter noch fetter gewesen, oder es liegen besondere Umstände vor, die eine Zunahme des Fettansatzes bewirken. Es besteht da nicht selten ein Zustand, den man als psychischen Hunger bezeichnen könnte. Der Selbsterhaltungstrieb, der viele ältere Leute befällt, die ihre Altersatrophie selbst bemerken, veranlasst sie in Unkenntnis der Verhältnisse sich überzuernähren. Sie können dadurch wohl einen

Digitized by Google

vermehrten Fettansatz erzeugen, aber nicht ihre Altersatrophie verhindern. Ja sie erzeugen geradezu dadurch Schädigungen, indem sie die Herztätigkeit steigern und den ganzen Stoffwechsel überlasten. Die atrophischen Zellen sind auch durch reichlicheres Nahrungsangebot nicht imstande, mehr aufzunehmen, als zu ihrer Existenz eben nötig ist. Greise bedürfen also weniger Nahrung als jüngere Individuen. Vermehren sie trotzdem ihre Nahrungsaufnahme, so beschleunigen sie dadurch nur den Prozess der Arteriosklerose.

Dass die Muskulatur in ihrer Kraft und ihrer Beweglichkeit abnimmt, ist eine so bekannte Tatsache, dass hier nur kurz darauf hingewiesen zu werden braucht. Durch die Muskelatrophie entstehen die geringere Kraft und Geschicklichkeit, die Alterssichtigkeit, Obstipation, Störungen der Blasentätigkeit und vieles andere. Von grösster Bedeutung ist natürlich hauptsächlich die Veränderung an den inneren Organen. Wenn man aber hier von einer Atrophie derselben spricht, so ist dieselbe in keiner Weise parallel zu setzen mit irgend einer der besonderen Krankheiten, die zu Organschwund führen, sondern sie ist vollkommen analog derjenigen Atrophie, die man im äussersten Hungerzustande findet bei Menschen, die wirklich verhungert sind aus äusseren Umständen, oder deren Nahrungsaufnahme oder schliesslich die Verwertung der Nahrung gehindert ist. An den Nieren ist also z. B. die Granularatrophie keineswegs eine charakteristische Alterserscheinung. Die Altersatrophie der Nieren ist vielmehr eine glatte, und im histologischen Bilde sieht man in ihr nichts als eine Verkleinerung der einzelnen Zellen ohne sonstige degenerative Erscheinungen, ohne interstitielle Narbenbildung oder Neubildung von Bindegewebe. Dasselbe gilt von der Leber und vom Herzen, nur mit dem Unterschiede, dass die Atrophie hier eine braune ist, d. h. mit Pigmentablagerung einhergeht. Diese Pigmentablagerung ist aber nicht eine besondere Form der Atrophie, sondern sie tritt überall und nur da in die Erscheinung, wo die Organe eine eigene Farbe besitzen, wie die Herzmuskulatur und die Leberzellen. Daher stellt sich auch die Atrophie der Ganglienzellen als eine Pigmentatrophie dar. Dabei ist aber zu bemerken, dass viele Ganglienzellen auch normalerweise ein sehr reichliches Pigment enhalten, und man muss deswegen

Digitized by Google

in der Beurteilung dieser Erscheinung als Alterssymptom recht vorsichtig sein.

Bei dieser Betrachtung der Altersveränderungen sind von den Autoren noch zwei Umstände angeführt worden, die kurz besprochen werden müssen. Demange glaubt, dass neben der Atrophie und Degeneration der parenchymatösen Elemente eine bindegewebige Hyperplasie stattfindet, die gewissermassen kompensatorisch wirkt und an die Stelle der atrophisch gewordenen Parenchyme tritt. In mancher Beziehung schliesst sich auch Metschnikoff dieser Vorstellung an, und auch andere haben ähnliche Mitteilungen gemacht. Ich glaube, dass diese Angaben auf einem Irrtum beruhen, nämlich auf dem, dass wirklich entzündliche Vorgänge im Alter unter der Einwirkung der Arteriosklerose oder unter anderen Bedingungen sich abspielen, die aber nicht eigentlich zu den Alterserscheinungen gehören. Wenn z. B. Metschnikoff sagt, es entstehen Sklerosen der Leber, der Niere usw. im höheren Alter, so ist es ja zweifellos, dass solche entstehen können, aber sicherlich nicht als eigentliche Alterserscheinungen, sondern als wirkliche Krankheiten. Speziell habe ich das soeben an dem Beispiel der Niere auseinandergesetzt, dass die eigentliche Altersatrophie derselben eine glatte Atrophie ohne Vermehrung des Bindegewebes, und nicht eine Granularatrophie ist. Auch in dem Bindegewebe der Haut entsteht keineswegs eine Vermehrung, sondern die Kutis wird ausgesprochen dünner im höheren Alter, was man besonders an denjenigen Stellen beobachten kann, wo die Haut unmittelbar dem Knochen aufliegt, wie z. B. an der Kante der Tibien und am Schädel, und wovon man sich besonders durch mikroskopische Untersuchungen überzeugen kann. Alle Angaben über eine senile Vermehrung der Bindesubstanzen sind also zweifellos unrichtig und beruhen auf dieser angegebenen Verwechslung. Metschnikoff hat sich die ganz richtige Frage vorgelegt, warum denn das Fleisch alter Tiere so zäh ist, dass es schliesslich zur Nahrung ungenügend wird, und er meint, dass das auf der Vermehrung der Bindesubstanzen im Vergleich zur parenchymatösen kontraktilen Substanz beruht. Auch das halte ich für einen Irrtum. Die Zähigkeit des Fleisches tritt bereits ein, wenn die Tiere im übrigen noch keineswegs senile Veränderungen aufweisen. So kann z. B. das

Digitized by Google

Fleisch eines Huhnes, das noch sehr wohl zur Nachzucht zu gebrauchen ist, als Nahrungsmittel wegen seiner Härte ungeeignet erscheinen. In Wirklichkeit beruht diese Härte lediglich auf einer chemischen Umwandlung der kontraktilen Substanz, die meines Wissens bisher nicht genauer untersucht worden ist, die aber jedenfalls morphologisch keinerlei Ausdruck findet. Aber selbst im höchsten Alter und bei stärkster seniler Atrophie der Muskulatur findet man keine Vermehrung des intramuskulären Bindegewebes, vielmehr erscheint dasselbe dabei ebenso wie das Sarkolemm etwas dichter in der Faserung und durch die Atrophie der kontraktilen Substanz vielfach gefaltet. Wenn diese Zustände als eine Vermehrung imponieren, so kann es sich dabei tatsächlich nur um eine relative, nicht um eine absolute handeln.

Noch einen anderen merkwürdigen Befund hat Metschnikoff angegeben. Derselbe soll darauf beruhen, dass die parenchymatösen Bestandteile der Organe durch grosse Zellen, die Makrophagen, angegriffen und schliesslich aufgefressen werden. Auch in dieser Angabe scheint mir ein Irrtum zu liegen, wenigstens kann ich das für drei der von Metschnikoff angeführten Organe, für die Niere, für die Haarwurzel und die Ganglienzellen, mit Sicherheit behaupten. Bei der eigentlichen glatten Altersatrophie der Niere habe ich nichts von solchen Makrophagen sehen können. Wohl aber finden sich diese Verhältnisse bei gewissen Formen der Granularatrophie, wobei ich es aber dahingestellt sein lasse, ob ihnen die von Metschnikoff supponierte Bedeutung zukommt. Für die Haare gibt Metschnikoff an, dass dieselben Zellen als Chromophagen das Pigment in sich aufnehmen und zum Schwinden bringen. Ich glaube, dass es sich hier um eine Verwechselung handelt mit den mit Pigment gefüllten Wanderzellen, die man auch bei anderen Pigmentzuständen gefunden hat, z. B. bei Morbus Addisonii, und von denen Karg schon vor vielen Jahren nachgewiesen hat, dass sie bei der normalen Pigmentierung der Haut dunkler Völkerrassen eine Rolle spielen, indem sie das Pigment den roten Blutkörperchen entnehmen, in sich zu dem Hautpigment verarbeiten und nun mit diesem beladen in die Epidermis kriechen, wo sie dann das Pigment deponieren. Die dritte Stelle, wo Metschnikoff die Makrophagen in Aktion treten lässt, sind die Ganglienzellen des Gehirns. Die

Digitized by Google

von ihm dargestellten und beschriebenen Bilder sind in der Tat zu finden, aber es kommt ihnen eine ganz andere Bedeutung zu, als Metschnikoff ihnen beimisst. Die Zellen, die Metschnikoff als Makrophagen auffasst, sind nichts anderes als die Belegzellen der Lymphräume, in denen die Ganglienzellen liegen. Bei der Härtung bekommen oft die Ganglienzellen Ausbuchtungen, in denen dann diese Zellen gelagert sind, wie es Metschnikoff abbildet. Schon Lévi[1]) hat sich gegen diese Deutung Metschnikoffs der schon vor ihm bekannten und oft beschriebenen Bilder gewendet. Neuerdings hat Saigo[2]) in einer besonderen Untersuchung sich der hier vertretenen Ansicht angeschlossen, und auch Ribbert bestätigt dieselbe. Von einem Schwund der Ganglienzellen im senilen Gehirn kann überhaupt nicht die Rede sein, nur von einer Verkleinerung derselben, und an dieser Verkleinerung beteiligt sich auch die Gliasubstanz. Besonders auf den Schwund dieser letzteren ist es zurückzuführen, dass die Gehirne alter Leute die charakteristische Erscheinung der schmalen Gyri und breiten Sulci zeigen. Auf die Atrophie der Ganglienzellen ist die Dementia senilis zurückzuführen, die lediglich eine funktionelle Störung ist. Ausfallserscheinungen, wie sie bei Zerstörung von Ganglienzellen eintreten, sind klinisch bekanntlich ganz andere und haben mit der eigentlichen senilen Demenz nichts zu tun. Die Veränderung im Charakter alter Leute, die Abnahme des Gedächtnisses besonders für neuere Ereignisse, das reduzierte Schlafbedürfnis, die geringere Sensibilität und vieles andere ist auf diese Verkleinerung der Ganglienzellen zurückzuführen.

Wir kommen also zu dem Schluss, dass die Altersveränderungen im wesentlichen atrophische Prozesse sind und niemals proliferative.

Bei dieser Atrophie braucht aber durchaus nicht immer eine Verringerung der relativen Leistung einzutreten. Vielmehr können Niere, Herz, Leber usw. vollkommen ausreichend funktionieren, allerdings nur für die geringeren Anforderungen, die im Greisenalter gestellt werden. Für stärkere Anforderungen würden die

1) Le Cerveau sénil. Semaine médicale. 1906. No. 32.
2) Virchows Arch. 1907.

Digitized by Google

Organe nicht mehr ausreichen und würden mit irgend einem pathologischen Prozess auf solche Anforderungen reagieren. Diese Prozesse sind aber wiederum nicht Alterskrankheiten, sondern es sind dieselben Prozesse, die man auch bei jüngeren Leuten findet, wenn übermässige Anforderungen an die Organe gestellt werden. Daher kommt es, dass Greise so häufig an und für sich geringfügigen Schädigungen erliegen, z. B. Erkältungen, Verdauungsstörungen, Knochenfrakturen, selbst psychischen Erregungen.

Mit den Alterserscheinungen hat sich neuerdings Ribbert[1]) ausführlich beschäftigt und diese im wesentlichen so geschildert, dass man vollkommen mit seinen Angaben übereinstimmen wird. Er kommt zu dem Resultat, dass der pathologische Tod in verschiedener Weise zustande kommen kann, der physiologische aber ein Gehirntod sei. Das berührt sich an und für sich mit den hier vorliegenden Besprechungen garnicht, denn es soll hier nicht eruiert werden, wodurch im letzten Moment das Leben aufhört, sondern wie die Altersveränderungen, die wahrscheinlich den Tod veranlassen, zustande gekommen sind. Ribbert sagt auf S. 82: „Dass der Tod aller Individuen schliesslich einmal eintreten muss, erklärt sich also völlig ausreichend aus den anatomischen und physiologischen Bedingungen, und diese wiederum finden ihre durchaus genügende Erklärung in dem chemisch-physikalischen Verlauf der Lebenserscheinungen, die mit Notwendigkeit zu Störungen im Bau und damit auch in der Funktion aller Organe und insbesondere der Ganglienzellen führen müssen.“ Der erste Satz ist zweifellos zutreffend, aber in dem zweiten kann ich eine Erklärung für die anatomischen und physiologischen Bedingungen nicht sehen. Er stellt vielmehr eine Umschreibung derselben mit anderen Worten dar.

Merkel hat sich schon im Jahre 1891 die Frage vorgelegt, ob die verschiedenen Gewebe des Körpers gleichzeitig altern, und er ist zu dem Resultat gekommen, dass das nicht der Fall ist, dass vielmehr diejenigen Gewebe, die sich permanent regenerieren, jünger bleiben als die übrigen. Zu ähnlichen Vorstellungen ist Rössle[2]) gekommen, und er basiert auf diesem ungleichmässigen

1) Der Tod aus Altersschwäche. Bonn 1906.
2) Münch. med. Wochenschr. 1904.

Digitized by Google

Altern der Gewebe eine ausführliche Geschwulsttheorie. In mancher Beziehung erinnert dieselbe an die Anschauungen von Thiersch, der ja schon vor längeren Jahren die Entstehung der Karzinome darauf zurückführte, dass durch das Altern des Bindegewebes das Gleichgewicht zwischen den Epithelien und dem Bindegewebe verschoben würde und dadurch die Epithelien befähigt seien, in das Bindegewebe hineinzuwachsen. Diese Anschauung Thierschs ist bekanntlich widerlegt worden, und sie gehört heutzutage der Geschichte der Geschwülste an. Rössle stellt nun eine Altersskala der verschiedenen Gewebe auf, die er als eine provisorische betrachtet, der aber die Idee zu grunde liegt, dass die Gewebe nicht gleichzeitig altern. An die Spitze stellt er Blut und Thymus, dann folgen Knochenmark, lymphoide Apparate. Bindegewebe, Milz, Knorpel. glatte Muskeln, Epithelien der Schleimhäute, der Leber, der Nieren, der Haut. Es ist nun etwas schwierig, zu sehen, woraus das Kriterium genommen ist, ob ein Gewebe gealtert ist oder nicht. und offenbar legt Rössle verschiedene Kriterien zu grunde. So z. B. beim Blut das Verschwinden der Kerne in den roten Blutkörperchen, wie man es auch bei den ältesten roten Blutkörperchen niederer Wirbeltiere und der Vögel findet. Nun scheint mir gerade das Blut kein sehr günstiges Paradigma zu sein, denn dasselbe ist, wie früher schon ausgeführt wurde, überhaupt kein Gewebe, sondern ist eine Resultante. Es ist das Stoffwechselprodukt sämtlicher Gewebe des Körpers, und die alte Auffassung, dass das Blut ein Gewebe mit flüssiger Interzellularsubstanz sei, ist als antiquiert zu betrachten und sollte endlich einmal aufgegeben werden. Das Altern von Thymus und Knochenmark leitet Rössle offenbar von den histologischen Veränderungen her, die diese Gewebe in der Entwicklungsperiode durchmachen. Doch möchte ich entschieden dagegen opponieren, dass man diese Metamorphose als ein Altern auffasst, man müsste es denn auch als ein Altern des Eies auffassen, wenn sich aus demselben der Embryo entwickelt. Entwickeln und Altern darf in keiner Weise zusammengeworfen werden. Das Altern beginnt erst, wenn die Entwicklung fertig ist. Für das Knochenmark hat aber die Metamorphose noch eine ganz andere Bedeutung. Bekanntlich ist dasselbe von roter Farbe und dient zur Regeneration

Digitized by Google

der roten Blutkörperchen, so lange das Individuum wächst. Dann verwandelt sich das Knochenmark, wenigstens in den Röhrenknochen, in das Fettmark, und das bezeichnet Rössle als Altern. Er müsste es darnach als einen Verjüngungsprozess auffassen, wenn das Knochenmark unter dem Einfluss chronischer Anämien oder Blutungen wieder eine rote Beschaffenheit annimmt, sich also in den Zustand zurückverwandelt, in dem es bei wachsenden Individuen war. Die rote Beschaffenheit des Knochenmarks besagt in der Tat weiter garnichts, als dass das Bedürfnis für eine Regeneration des Blutes besteht über dasjenige Maß hinaus, was das Knochenmark in den spongiösen Knochen zu leisten imstande ist. Und die Umwandlung in das gelbe Mark hat die Bedeutung, dass dieses Bedürfnis nicht mehr besteht und dass das Knochenmark in den spongiösen Knochen ausreicht, allein für die Regeneration zu sorgen. Was nun die Beziehungen zwischen den Geweben mit physiologischer Regeneration und solchen ohne dieselbe betrifft, so möchte ich auch hier Rössle gegenüber bemerken, dass er eine Verschiebung der Tatsachen dadurch bewirkt hat, dass er regenerationsfähig und physiologische Regeneration identifiziert hat. Das Bindegewebe zeigt z. B. keine physiologische Regeneration, aber es bleibt bis in das höchste Alter regenerationsfähig, denn auch bei alten Leuten heilen Wunden durch Bindegewebsneubildung, und zwar in der Regel nicht schlechter als bei jungen Leuten. Ja gerade bei diesen alten Leuten heilen manche Wunden, z. B. Knochenbrüche, leichter durch Regeneration des Bindegewebes als durch Ersatz durch Knochengewebe. Auf der andern Seite wiederum gibt es Zellen, die ausserordentlich regenerationsfähig sind, wie z. B. die Leberzellen, die aber nichtsdestoweniger in ganz ausgezeichneter Weise Alterserscheinungen erkennen lassen: die Nierenepithelien, die etwa in gleicher Weise altern wie die Leber, sind dagegen viel weniger regenerationsfähig. Man sieht also, dass diese Proportion zwischen Regenerationsfähigkeit und Altern der Gewebe ganz sicher nicht existiert. Auch die Ansicht Rössles, dass die Blutversorgung einen Einfluss auf das Altern habe, stimmt nicht, denn dasjenige Gewebe, dessen Ernährung uns in vieler Beziehung noch ganz unverständlich ist, nämlich das Knorpelgewebe, zeigt fast mit am frühesten Alters-

Digitized by Google

degenerationen. Man kann oft schon bei Menschen zwischen 30 und 40 Jahren typische Altersveränderungen an den Rippenknorpeln erkennen in Form der gelben faserigen Umwandlung. Endlich bin ich auch nicht der Ansicht, dass die Anhäufung von Pigment in den Zellen an und für sich als eine Alterserscheinung der Zellen aufzufassen ist, denn wenn wir sehen, welche Zellen Pigment in sich anhäufen bei gleichzeitiger degenerativer Verkleinerung, so sind das nur solche, die schon eine Eigenpigmentierung von Hause aus besitzen, nämlich die Muskulatur und die Leberzellen. Diese werden braun unter dem Einfluss jeder beliebigen Atrophie, und wenn man ein jugendliches Tier verhungern lässt, so kann man ebenfalls an der Herzmuskulatur und an den Leberzellen eine braune Atrophie erkennen. Auch die Pigmentierung der Ganglienzellen hat eine andere Bedeutung als die des Alterns, wenn sie auch bei alten Leuten vielleicht verbreiteter ist als bei jungen. Sie kommt aber schon bei Kindern vor. Die Ansammlung braunen Pigments in anderen Organen, wie z. B. im Pankreas und auch in der Mehrzahl der Fälle in der glatten Muskulatur des Dünndarms bei der sogenannten Hämochromatosis ist nicht ein degenerativer atrophischer Zustand, sondern dabei handelt es sich um eine Pigmentinfiltration. Ich will daher nicht die Entstehung des Pigments bei den Melanosarkomen aus der Kernsubstanz leugnen, die Rössle eingehend studiert hat. Nur dass es sich dabei um einen Altersvorgang handelt, möchte ich entschieden bestreiten.

Ob wir nun tatsächlich annehmen müssen, dass einzelne Gewebe früher altern als andere, wäre ja deswegen doch möglich. Indessen muss ich sagen, dass ich nicht ein einziges, der Kritik standhaltendes Merkmal finden kann, das geeignet wäre, uns darüber Auskunft zu geben. Freilich treten die Altersveränderungen an einzelnen Geweben manchmal deutlicher hervor und bringen stärkere Veränderungen zur Anschauung, wie z. B. an den Knorpeln, den Knochen, den Haaren, dem Uterus etc., zuweilen kann ganz besonders davon das Gehirn betroffen werden. Aber in allen solchen Fällen findet man doch auch Altersveränderungen an den übrigen Geweben. Was z. B. speziell die Haut betrifft, so beruhen die Altersveränderungen derselben nicht allein auf einer Verände-

Digitized by Google

rung der Kutis, sondern auch auf einer solchen der Epidermis selber. Dasselbe gilt von den inneren Organen, z. B. von den Nieren, wo man sogar die Altersveränderungen an den Epithelien deutlicher sieht als an dem Stroma der Nieren, und ebenso ist es in der Leber. Im Pankreas entsteht durch die senile Atrophie der Pankreaszellen sogar eine relative Vermehrung des Bindegewebes. Die Atrophie des Gehirns betrifft keineswegs ausschliesslich die Ganglienzellen, sondern es wird davon auch die Gliasubstanz ergriffen, und es sind sowohl die kortikalen, wie auch die markhaltigen zentralen Nervenfasern, die diese Atrophie erkennen lassen.

Ich komme also zu dem Resultat, dass das Altern der Gewebe ein gleichzeitiges ist, dass es gelegentlich wohl früher im Leben einsetzen kann, und dass es auch wohl gelegentlich an einzelnen Organen stärker zum Ausdruck kommen kann als an anderen, aber wohl gemerkt an Organen, nicht an einzelnen Geweben.

Es ist vielfach behauptet worden, dass im Alter die Regenerationsfähigkeit der Gewebe nachlasse, und es ist das als eine ganz besondere Alterserscheinung bezeichnet worden. Es hat sich bei den Regenerationsversuchen an Tieren herausgestellt, dass jüngere Tiere viel leichter und viel schneller verloren gegangene Teile regenerieren als ältere Tiere. Junge Salamander z. B. regenerieren eine Extremität in kürzester Zeit mehrmals hintereinander, wenn sie immer wieder abgeschnitten wird. Alte Salamander brauchen zur Regeneration eines Fusses bis zu einem Jahr. Es ist zunächst zu bemerken, dass alle, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben, so auch Korschelt[1]), zwei Dinge zusammenbringen, die offenbar garnicht zueinander gehören, nämlich die Regenerationsfähigkeit in einem noch nicht vollständig entwickelten Alter und die Regenerationsfähigkeit der ausgewachsenen Tiere. Im nicht entwickelten Alter können deswegen Teile schneller und vollständiger regeneriert werden, weil die Zellen noch nicht vollkommen ausdifferenziert sind. Deswegen sieht man bei Fischen, dass dieselben im Embryonalzustand das ganze hintere Körperende regenerieren können, während ausdifferenzierte Fische nur noch

1) Regeneration und Transplantation. Jena 1907.

Digitized by Google

imstande sind, einzelne Flossen zu regenerieren und sogar manchmal nur mangelhaft. Die Larve des Mehlkäfers ist imstande, einzelne Gliedmassen zu regenerieren, auch die Fühler und Teile des Kopfes, während der Imago dies Regenerationsvermögen verloren hat. An Schmetterlingspuppen hat Hirschler[1]) nachgewiesen, dass verloren gegangene Segmente des Körpers neu gebildet werden können, während Schmetterlinge so gut wie gar kein Regenerationsvermögen besitzen. Barfurth[2]) konnte zeigen, dass Froschlarven um so schneller und besser regenerieren, je jünger sie sind usw. Ich meine, das muss wohl auseinander gehalten werden von der zweiten Frage, nämlich ob die Regenerationsfähigkeit in der Jugend, nachdem alle Gewebe ausdifferenziert sind, eine bessere ist als im Alter und ob sie proportional dem Alter abnimmt, oder ob ein Unterschied besteht zwischen der Wachstumsperiode und dem Alter. Wie ich meine, gibt darüber die Pathologie am Menschen die beste Auskunft. Es zeigt sich zweifellos, dass Wunden bei Kindern schneller und vollständiger heilen als bei Erwachsenen. Verletzungen, die in frühester Jugend erworben wurden, können so vollständig heilen, dass man im späteren Alter kaum noch die Narben auffinden kann. Ich habe einmal Gelegenheit gehabt, den Humerus eines 14jährigen Kindes zu untersuchen, der mit drei Jahren vollständig quer frakturiert war, und es hat sich nur noch mit Mühe die Stelle nachweisen lassen, an der dieser Bruch erfolgt war. Wir wissen auch, dass die kompensatorische Hypertrophie symmetrischer Organe um so vollständiger auftritt, je jünger das Individuum ist, d. h. wenn dasselbe noch im Wachstum begriffen ist. Bei wachsenden Tieren und Menschen erreicht nach Exstirpation einer Niere die andere etwa die doppelte Grösse einer normalen Niere. Wenn die Niere einem Erwachsenen dagegen exstirpiert wird, so tritt eine wesentliche kompensatorische Hypertrophie überhaupt nicht mehr ein. Das alles bezeichnet aber nur den Unterschied zwischen dem wachsenden und dem ausgewachsenen Menschen, nicht zwischen dem jugendlichen und dem alten.

1) Anatomischer Anzeiger. Bd. 23.
2) Anatomischer Anzeiger. Bd. 6.

Digitized by Google

In Wirklichkeit wird man nicht deswegen zögern, bei einem greisen Menschen eine Operation auszuführen, weil man fürchtet, dass die Wunde nicht mehr heilen könnte, im Gegenteil, wir sehen, dass auch die grössten Wunden bei den ältesten Leuten noch vollkommen heilen und zwar nicht bemerkbar langsamer als etwa zwischen dem 30. und 50. Jahre. Auch dass die Knochenfrakturen schlechter heilen bei Greisen als bei jüngeren Individuen, widerspricht dieser Anschauung nicht, denn was bei der Heilung der Knochenfrakturen im Greisenalter ausbleibt, ist nicht der eigentliche Regenerationsprozess, sondern der Verkalkungsprozess. Der erstere ist vollkommen ausreichend entwickelt, der zweite dagegen äusserst rudimentär. Untersucht man Greisenorgane auf die Anwesenheit von Kernteilungsfiguren an allen denjenigen Stellen, wo solche unter physiologischen Bedingungen vorkommen, so wird man finden, dass nicht bloss in der Epidermis, sondern auch im Darm an den Lymphfollikeln und den Schleimhäuten des Mundes ebenso viel Kernteilungsfiguren gefunden werden wie unter physiologischen Bedingungen im jugendlichen aber ausgewachsenen Stadium. Ich habe alle die genannten Teile speziell mit Rücksicht auf diese Frage untersucht und keinen Unterschied gefunden.

Man könnte nun auf zwei Punkte hinweisen, nämlich einmal auf das langsamere Wachstum der Haare und Nägel, und zweitens auf die Entwicklung von Geschwülsten im Greisenalter. Was die Haare betrifft, so nimmt deren Länge mit dem Alter stets ab, was man besonders Gelegenheit hat, bei Frauen zu sehen. Der Nachwuchs an jungen Haaren erreicht niemals die Länge der ausgefallenen längeren Haare. Das sagt aber an und für sich über die Schnelligkeit des Wachstums nichts aus, denn das Kürzerwerden der Haare beruht nicht auf einer mangelnden Wucherungsfähigkeit an der Haarwurzel, die sich, wie die Kernteilungsfiguren erkennen lassen, in gleicher Weise abspielt wie bei jüngeren Individuen, sondern sie beruht ebenso wie die Verdünnung der Epidermis auf einer mangelhaften Bildung von Kittsubstanz, so dass die Haare an den Spitzen schon auseinander fallen und sich abstossen, wenn sie noch nicht ihre maximale Länge erreicht haben. Mit den Nägeln dürfte es in gleicher Weise gehen. Die Regenerationsfähigkeit am Nagelbett ist ebenso stark wie in der Jugend,

Digitized by Google

aber an der Spitze schleissen sich die Nägel von selbst viel stärker ab, weil die einzelnen Hornschüppchen weniger fest aneinander haften als in der Jugend, und daher erscheint es, als wenn die Nägel langsamer wachsen und seltener geschnitten werden müssten.

Was die Geschwülste betrifft, so hat man einerseits beobachtet, dass im höchsten Alter eine grosse Zahl kleinerer Geschwülste auftritt, von denen vorher schon kurz die Rede war, und diese sagen offenbar über die Regenerationsfähigkeit nichts aus, es sei denn, dass man gerade eine Tendenz zur Wucherung darin sehen wollte. Andererseits hat man gefunden, dass Karzinome im höchsten Greisenalter viel langsamer wachsen als bei jugendkräftigen Menschen. Offenbar ist dieser Vorgang auf die mangelhafte Ernährung zurückzuführen, der die Zellen häufig im hohen Alter unterliegen, und nicht auf eine mangelhafte Wucherungsfähigkeit der Zellen. Bei gut genährten und noch nicht an Kachexie leidenden alten Menschen wachsen die Geschwülste ebenso gut wie bei jungen Leuten.

Aus alledem möchte ich glauben, dass man nicht sagen darf, dass die Regenerationsfähigkeit bei alten Leuten abgenommen habe, dass diese Abnahme zu einem Verschleiss der Zellen führe und dass dieser Verschleiss das eigentliche Wesen der Altersveränderungen sei. Wohl aber kann man behaupten, dass die Regenerationsfähigkeit eine grössere ist, so lange die Individuen noch wachsen, und eine noch grössere, so lange die Zellen nicht vollständig ausdifferenziert sind.

So weit unsere Erfahrungen bei den Säugetieren und Vögeln reichen, sind die Alterserscheinungen denjenigen beim Menschen analog und weichen nur insofern ab, als die Organe der Art besonders angepasste Funktionen haben. Dahin würde z. B. die Verknöcherung der Sehnen bei vielen Vögeln gehören, auch der Verlust der Gesangsfähigkeit, der bei alten Singvögeln eintritt. Bei allen denjenigen Tieren aber, bei denen mit einemmal sämtliche Keimzellen ausgestossen werden, sind Alterserscheinungen bisher nicht in gleicher Weise beobachtet worden. Der Tod erfolgt bei ihnen vielfach ganz plötzlich, und daher hat man oft gesagt, dass derselbe durch Erschöpfung erfolgt. Auch Weismann und Goette drücken sich in dieser Weise aus. Man hat ja die Vor-

Digitized by Google

stellung, dass im Moment der Fortpflanzung das Individuum auf der Höhe seiner Kraft stehe. Das trifft nun aber für diese Tiere keineswegs zu, denn, wie später sich ergeben wird, finden bei ihnen schon vorher ganz bestimmte Veränderungen statt, die der Eiablage vorangehen. Eine dieser Veränderungen, und zwar die wesentlichste, tritt an den abzulegenden Eiern selbst auf, indem dieselben reifen. Mit dem Reifungsprozess, d. h. mit der Reduktionsteilung, treten die Keimzellen aus dem altruistischen Verbande des Körpers aus. Sie gehören also nicht mehr dem Körper als solche an. Schon vor der Eiablage also stellt ein solcher Körper ein Rudiment dar, d. h. einen Körper ohne selbständiges Keimplasma.

Das Gleiche gilt von allen Pflanzen, die ihre Keimprodukte mit einemmal entleeren. Anders ist es aber bei denjenigen Pflanzen, die immer wieder neue Keime bilden und bei denen man, wie früher schon auseinandergesetzt wurde, eine mehr diffuse Verteilung des Keimplasmas annehmen muss. Gerade diese Pflanzen aber sind sämtlich Cormi, d. h. nicht Einzelindividuen, sondern ganze Summen von solchen. Zu ihnen gehören die allerlanglebigsten, wie die grossen Bäume, von denen vielfach behauptet wird, dass sie 1000 Jahre und mehr erleben können. Man spricht auch bei ihnen von Altersveränderungen, aber wenn wir betrachten, was das für Altersveränderungen sind, so sind das offenbar nicht solche, die in Analogie gesetzt werden können mit den Alterserscheinungen des Menschen, sondern es sind pathologische Veränderungen, die entstehen durch äussere Gewalteinwirkungen bei Stürmen, Blitzschlag, Ueberschwemmungen und Erdbewegungen, Ernährungsstörungen durch übermässige Trockenheit, Hitze oder Kälte, und endlich Krankheiten, die durch Parasiten, tierische und pflanzliche, herbeigeführt werden. Wenn solche Bäume kein dauerndes Leben haben, so ist das eben darauf zurückzuführen, dass, je älter sie werden, sie um so mehr Gelegenheit hatten, in dieser langen Lebenszeit solche Schädigungen zu erleiden, und wenn dieselben einmal eingetreten sind, so ist die Pflanze dadurch geschwächt und Schädigungen anderer Art zugänglich. Ob sich das Keimplasma in solchen Pflanzen, die Cormi sind, schliesslich erschöpft und dadurch der physiologische Tod herbeigeführt wird, ist eine besondere Frage.

Digitized by Google

Eine scheinbare Ausnahme bilden diejenigen Pflanzen, die lediglich eine vegetative Fortpflanzung gefunden haben, z. B. die Trauerweiden, die sämtlich von einem weiblichen Ableger abstammen, der im 17. Jahrhundert aus dem Orient nach England gebracht wurde, ferner manche Obstarten, z. B. die Gravensteiner Aepfel usw. Durch diese vegetative Fortpflanzung erreicht man, dass alle die vorher genannten Schädigungen eliminiert werden. Sind sie wirklich an einem älteren Stamme eingetreten, so kann durch Individualisierung eines jüngeren Astes eine neue gesunde Pflanze gebildet werden, und das kann, theoretisch betrachtet, beliebig lange fortgesetzt werden. Dasselbe würde natürlich bei Tieren der Fall sein, die sich durch mechanische Teilung und Regeneration des Restes vermehren lassen. Aber es ist zu bedenken, dass diese vegetative Fortpflanzung zwar eine Möglichkeit für diese Pflanze darstellt, aber doch nicht das Natürliche ist, sondern immer nur mit Hilfe des Menschen zustande kommt, oder vielleicht ausnahmsweise durch irgendwelche zufälligen Gewalteinwirkungen. Die sogenannten Altersveränderungen bei den meisten Pflanzen fallen also aus diesen Betrachtungen gänzlich heraus.

Aus allen angeführten Tatsachen geht aufs deutlichste hervor, dass es sich bei den Altersveränderungen der Tiere um einen kachektischen Zustand handelt. Der Ausdruck Alterskachexie ist hierfür allgemein eingeführt und vollkommen berechtigt. Diese Kachexie ist durchaus analog denjenigen altruistischen Körperveränderungen, die (mit Ausnahme des Verhungerns) stets auf die Funktionsabnahme eines bestimmten Organs zurückzuführen sind, dessen Erkrankung nicht den sofortigen Tod zur Folge hat, so dass auch Zeit vorhanden ist zur Ausbildung eines kachektischen Zustandes. Die verschiedenen Kachexien sind nicht vollständig identisch. Sie richten sich nach der altruistischen Funktion des betroffenen Organs. Aber im Prinzip stimmen sie miteinander überein. So entsteht bei Nierenschrumpfung eine besondere Form der Kachexie, eine andere bei Leberzirrhose, eine andere bei Granularatrophie des Pankreas, eine andere bei Atrophie der Schilddrüse, eine andere bei Nebennierenerkrankungen usw. Wenn man das vergleicht und bedenkt, so ist es eigentlich ganz selbstverständ-

Digitized by Google

lich, dass man auch bei der Alterskachexie nach einem Organ sucht, welches einen erheblichen Einfluss auf den Stoffwechsel ausübt und dessen Ausfall verantwortlich gemacht werden müsste für die Entstehung einer Kachexie. Der Schwund dieses Organs resp. die Sistierung seiner altruistischen Funktion dürfte aber nicht notwendig abhängig sein von pathologischen Ereignissen, sondern müsste im Verlaufe des physiologischen Lebens verloren gehen. Es gibt nur ein einziges Organ, das diesen Voraussetzungen entspricht, und das sind die Geschlechtsdrüsen. Bei der Frau ist die Reduktion der Ovarien nach Ausstossen der Ovula genügend bekannt. Aber auch beim Manne treten Veränderungen ein, die auf eine Reduktion der Funktion dieses Organs hindeuten. Die Verdickung der Septa, die Verkleinerung der Epithelien, das Nachlassen und schliessliche Aufhören der Spermatogenese, alles das deutet auf einen solchen Schwund hin, der fast regelmässig im höheren Alter eintritt, bei manchen Menschen schon mit dem 60. Jahre vollendet ist, sich ausnahmsweise aber auch bis in das 80. Lebensjahr erhalten kann. Darüber hinaus dürfte eine reguläre Spermatogenese zu den grössten Seltenheiten gehören. Es liegt also die Vermutung nahe, den physiologischen Ausfall der Geschlechtsorgane in den Mittelpunkt der Betrachtung zu rücken und von ihm aus die als Kachexie auftretenden Altersveränderungen zu erklären. Diese Richtung habe ich schon vor vielen Jahren verfolgt[1]), und die Schlussfolgerungen, zu denen ich gekommen bin, ergeben sich unmittelbar aus den Betrachtungen über den Altruismus. Denn dieser zeigt, dass ebenso wie zwischen jedem Organ, oder besser gesagt jeder Zellart, und dem übrigen Polyplastidenkörper ein ganz bestimmtes altruistisches Verhältnis besteht, so auch ganz besonders zwischen den Generationszellen und dem übrigen Körper. Aus diesen Betrachtungen heraus ergab sich eine Erklärung dafür, warum der vielzellige Körper stirbt, wenn er eine spezifische Zellart verliert, und zwar immer, wenn der Verlust der Zellart nicht den sofortigen Tod herbeiführt, unter den Erscheinungen einer ausgesprochen kachektischen Krankheit. Besonders deutlich ergab

1) Studien über die Spezifizität, den Altruismus und die Anaplasie der Zellen. Berlin 1893.

Digitized by Google

sich dieses Resultat bei allen tierischen Organen mit ausgesprochener innerer Sekretion, z. B. bei dem Pankreas, den Nebennieren, der Schilddrüse, den Epithelkörperchen neben der Schilddrüse usw. Während früher noch gezweifelt werden konnte, dass der Verlust eines so kleinen Organs wie der Nebenniere, der Schilddrüse oder gar der besagten Epithelkörperchen imstande sei, schwere Allgemeinerkrankungen herbeizuführen, und man deswegen glaubte, für diese Allgemeinerkrankungen die Nervengeflechte verantwortlich machen zu müssen, so sind durch das Studium der von solchen Organen gelieferten chemischen Körper alle diese Zweifel heutzutage zerstreut. Seit man erkannt hat, welchen ausserordentlichen Einfluss die Fütterung mit Schilddrüsenextrakt auf den Verlauf des Myxödems und des Kretinismus ausübt, und dass die Nebenniere eine Substanz liefert, die selbst in starker Verdünnung noch erhebliche Wirkungen ausübt, da steht es fest, dass Organe, die so wichtige Stoffe produzieren, für das Leben der Tiere von grösster Bedeutung sind, selbst wenn diese Organe im Verhältnis zum übrigen Körper nur geringe Ausdehnung besitzen. Dass von dieser relativen Grösse der Organe, resp. des in ihnen spezifisch vorhandenen Parenchyms bis zu einem gewissen Grade die Fähigkeit der Tiere abhängt, den Verlust derselben zu überleben, ist eigentlich selbstverständlich, so dass die Zeitdauer, die verstreicht zwischen dem Verlust einer Zellart und dem eintretenden Tode, eine Funktion sein würde aus der Masse der verlorenen Substanz und der physiologischen Wirkung derselben im Stoffwechselhaushalt. Deswegen tritt der Tod nach Ausschaltung der Lungen momentan ein, weil deren Bedeutung für den Stoffwechsel eine sehr grosse ist. Deswegen kann der Verlust der Leber und der Niere nur wenige Tage überdauert werden, weil die von ihnen zu eliminierenden Substanzen den Körper vergiften. Deswegen kann aber auch der Verlust der Nebennieren, der Schilddrüse usw. Monate, ja sogar Jahre überdauert werden. Keines dieser Organe geht ohne pathologisches Ereignis lediglich im physiologischen Werdegang des Alterns verloren, nur allein die Geschlechtszellen tun das, und das gilt nun nicht mehr allein für die Tiere, sondern für alle Polyplastiden. Für viele Pflanzen und für viele niederen Tiere ist dieses Verhältnis

Digitized by Google

ohne weiteres klar. Bei den Pflanzen wird diese Betrachtung nur dadurch erschwert, dass viele derselben nicht einfache Individuen sind, sondern Stöcke. Aber bei denjenigen Pflanzen, die wirklich nur einzelne Individuen darstellen, kann man die Beziehung des Verlustes der Generationszellen zur Lebensdauer ganz genau verfolgen.

Solche Einzelpflanzen tragen Früchte entweder nach einem, zwei oder drei Jahren, oder auch nach längerer Zeit. Bei manchen hat man es in der Hand, die Produktion der Früchte zu verhindern oder hinauszuschieben, und damit verknüpft sich auch jedesmal eine Verlängerung des Lebens. Bei anderen wiederum lässt sich die Fruchttragung verfrühen, womit das Leben der Pflanzen verkürzt wird. Das Gleiche sieht man auch bei Pflanzen, die Cormi darstellen, wenn auch weniger deutlich. Denn dieselben sind zum grössten Teil wenigstens imstande, jedes Jahr Früchte hervorzubringen, wenn auch diese Produktionsfähigkeit mit dem Alter abnimmt, wie man besonders bei Obstbäumen beobachten kann. Solche Pflanzen, bei denen, wie ich früher schon auseinandergesetzt habe, man sich vorstellen muss, dass das Keimplasma mehr diffus verteilt ist, sterben deswegen nach der Blüte nicht ab, sondern bleiben weiter am Leben und vermögen aus ihrem Keimplasma immer wieder neue Früchte hervorzubringen. Diese Tatsache war schon den älteren Botanikern, de Candolle, Schleiden, Mohl, Nägeli, Alexander Braun u. a. wohl bekannt, und sie brachten das Blühen der Pflanzen in einen direkten Zusammenhang mit dem Absterben derselben. Jedoch stellten sie sich im wesentlichen vor, dass durch das Blühen ein Verlust der Wachstumsfähigkeit eintritt und dies dann zum Anfang des Todes der betreffenden Gewebe wird. Allgemein bekannt war es auch, dass bei den Pflanzenstöcken, wenn auch nicht die ganze Pflanze, so doch die Fruchttriebe absterben. De Candolle sagt: „Die Pflanze stirbt, weil die frühzeitig eintretende Blüten- und Fruchtbildung eine Erschöpfung herbeiführt und ferner, weil sie keine widerstandsfähigen Organe besitzt. Der Tod erfolgt, weil in dem Einzelindividuum mit der längeren Lebensdauer ein Teil der differenzierten Gewebe funktionslos wird, abstirbt und zum Anlass einer immer weiter-

Digitized by Google

gehenden Zerstörung wird". Auch Lamarck äussert sich ausführlich über diesen Gegenstand[1]): „Es ist den Pflanzen eigentümlich, dass sie nur so lange leben, bis sie ihre Blüten oder Früchte oder ihre Fortpflanzungskörperchen erzeugt haben. Ihre Lebensdauer erstreckt sich selten über ein Jahr hinaus. Die Geschlechtsorgane einer Pflanze, wenn sie deren besitzt, vollführen nur eine einzige Befruchtung, so dass sie, nachdem sie die Pfänder ihrer Fortpflanzung (ihren Samen) zustande gebracht haben, zu grunde gehen und vollständig zerstört werden. Wenn diese Pflanze eine einfache ist, so geht sie, nachdem sie ihre Früchte abgegeben hat, selbst zu grunde, und es ist bekannt, dass es schwer ist, sie anders als durch ihre Samen und Keime fortzupflanzen. Es ist dies indessen bei weitem nicht bei allen diesen Pflanzen der Fall, denn die meisten derjenigen, die uns bekannt sind, sind wirklich zusammengesetzte Gewächse. Wenn ich einen Baum, einen Strauch oder eine ausdauernde Pflanze betrachte, so sind dies nicht einfache Pflanzen, die ich vor meinen Augen habe, sondern ich sehe in jeder eine Menge von Pflanzen, die zusammen aufeinander leben und ein Gesellschaftsleben führen". Die neueren Untersuchungen bis zur Gegenwart haben diese Tatsache vollkommen bestätigt und zwar, wie es scheint, ohne jede Ausnahme. Ich habe schon früher als ein ausgezeichnetes Beispiel hierfür die Agava americana angeführt, die sogenannte 100jährige Aloe. Dieselbe trägt in ihrer Heimat Mexiko schon nach 15—20 Jahren Früchte, worauf sie zu grunde geht. Als sie nach Europa gebracht wurde, zog sich die Fruchtbildung bis 50 und 100 Jahre hinaus. Dadurch wurde ihr Leben um ebenso viel verlängert. Aber auch hier stirbt sie ab, sowie sie geblüht hat. Ganz ähnlich verhält sich die Talipotpalme in Indien. Sie blüht nur einmal zwischen dem 50. und 80. Lebensjahr, und darnach richtet sich auch die Dauer ihres Lebens. Bei der Zuckerrübe finden sich Individuen, die schlechte Rüben geben, aber schon im ersten Jahr blühen und dann zu grunde gehen. Die meisten Exemplare blühen erst im zweiten Jahre und sterben dann ab. Es gibt aber schliesslich auch solche, die sogenannten Trotzer, die erst im dritten Jahre blühen und dann absterben.

1) Zoolog. Philosophie. Uebers. Leipzig 1903. S. 217.

Digitized by Google

Aehnliche Verhältnisse finden wir an anderen zweijährigen Gewächsen, wie Kohl, Carvum carvi usw., die in unseren Gartenkulturen nicht blühen und deswegen länger am Leben bleiben. Wenn es gelingt, die Bildung von Vegetationspunkten zu hindern, so kann man, wie Klebs[1]) angibt, Pflanzen wie Moehringia trinervia unbegrenzt weiter wachsen lassen. Resida odorata, Verbascum, Kochlearia, Glautium flavum usw. werden unter diesen Bedingungen aus einjährigen zweijährige Pflanzen. Umgekehrt kann man die Lebenszeit bei perennierenden Pflanzen verkürzen, wenn man sie, wie Ricinus, so zieht, dass die ganze Entwicklung in einem Jahr abläuft.

Aehnliche Verhältnisse wie bei den Pflanzen kann man bei niederen Tieren beobachten, besonders bei solchen, bei denen der Geschlechtskörper im Verhältnis zum Gesamtkörper umfangreich ist. Ich habe in dieser Beziehung früher schon auf die Dicyemiden, die Orthonektiden und zahlreiche Insekten hingewiesen[2]). Seitdem habe ich diese Frage immer weiter verfolgt und speziell die Zoologie und Botanik mit bezug auf die hier vorgetragene Anschauung durchgesehen. Es sind aber seitdem keine besseren Beispiele als die angeführten bekannt geworden. Sie liessen sich zwar zahlreich vermehren, würden aber nichts wesentlich anderes aussagen, als was schon hier zum Ausdruck gekommen ist, nämlich dass der Körper dieser Tiere zu grunde geht, weil sie ihr Keimplasma verloren haben. Ueber den altruistischen Einfluss, den die normale Funktion der Generationszellen, so lange sie noch integrierende Bestandteile des Polyplastidenkörpers sind, ausübt, besteht überhaupt nirgends ein Zweifel, und es kommt das auch bei Plate zum Ausdruck[3]), der sagt: „Allgemein akzeptiert ist die Anschauung, dass die sekundären Geschlechtsmerkmale in Korrelation stehen mit den Sexualdrüsen, dass diese nicht nur den Reiz liefern, welcher die Entwicklung der für das betreffende Geschlecht charakteristischen Bedingungen auslöst, sondern auch die Ausbildung der Eigentümlichkeiten des anderen Geschlechts wenig-

1) Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903.
2) Zellstudien. Berlin 1893.
3) Selektionsprinzip. 1903.

Digitized by Google

stens in vielen Fällen verhindert.“ Statt Korrelation würde ich hier Altruismus sagen. Dadurch, dass sich in der Kastration ein ausgezeichnetes Mittel fand, den praktischen Gebrauch vieler Tiere zu steigern, hat man ein grosses Material über diese altruistischen Beziehungen sammeln können. Jeder kennt heutzutage den Unterschied zwischen einem Hengst und einem Wallach, einem Stier und einem Ochsen, einem Widder und einem Hammel, einem Hahn und einem Kapaun. Die Gewohnheit gewisser Völkerstämme und einiger Sekten, die Kastration auch beim Menschen auszuführen, gestattet uns auch bei diesem den Einfluss der Kastration zu beobachten, und wir wissen, dass, wenn dieselbe frühzeitig erfolgt, oder wenn die Geschlechtsorgane durch Missbildung gehemmt werden, dann auch alle die Entwicklungsvorgänge ausbleiben, die zur Pubertätszeit sonst in die Erscheinung treten.

Diese Veränderungen betreffen vorzugsweise die sogenannten sekundären Geschlechtscharaktere. Aber wenn man auf den Grund geht, was darunter zu verstehen ist, so findet man, dass das eigentlich alle diejenigen somatischen Eigenschaften sind, die das Individuum in seiner äusseren Form als männlich oder weiblich erkennen lassen, und zwar im speziellen diejenigen, an denen diese Erkenntnis ohne weiteres und sehr leicht erfolgen kann. Deshalb sind gewisse Eigenschaften und gewisse Formen ganz besonders als sekundäre Geschlechtscharaktere bezeichnet worden. In Wirklichkeit aber ist der ganze Körper charakteristisch männlich oder weiblich entwickelt. Die Differenzen bestehen nicht nur beim Menschen, z. B. in der Erscheinung der äusseren Geschlechtsteile, in der Haarentwicklung, in der Entwicklung der Mammae, in der Verteilung des Fettes am Körper usw., sondern auch in Differenzen des gesamten Knochenbaues, speziell des Schädels und der Zahnbildung. Ja ich zweifle nicht daran, dass, wenn ein wissenschaftliches Bedürfnis dafür vorläge, es auch gelingen würde, Differenzen zwischen den weiblichen und männlichen inneren Organen festzustellen, z. B. für die Lunge, das Herz, die Leber, die Niere usw., in ähnlicher Weise wie solche für das Gehirn studiert wurden. In gleicher Weise dürfte das bei Tieren der Fall sein, bei denen nicht bloss die ohne weiteres in die Augen springenden Eigenschaften die Geschlechter unterscheiden, wie z. B. die Haut-

Digitized by Google

anhänge am Kopf verschiedener Vögel, die Schwanzfedern der Hähne, die Geweihbildung der Hirsche, die Kehlkopfluftsäcke der Affen usw. Wir müssen also den Geschlechtsorganen nicht einen ausschliesslichen Einfluss auf die bisher gewöhnlich als sekundäre Geschlechtscharaktere bezeichneten Einrichtungen zuschreiben, sondern einen solchen auf die gesamten Körperzellen.

Beim Ausbleiben oder beim Erlöschen der Geschlechtstätigkeit treten Veränderungen auf, so weit es die dann noch vorhandene Plastizität des Körpers gestattet, die, wie man sich gewöhnlich ausgedrückt hat, dahin tendieren, den Charakter des anderen Geschlechts hervortreten zu lassen. Man spricht von weiblichen Eigenschaften männlicher Kastraten und von männlichen Eigenschaften alter weiblicher Tiere. Ich erinnere an die Kastratenstimme, an die Hahnenfedrigkeit alter Hennen, an den Bartwuchs älterer Frauen usw. A. Ecker[1]) hat auch z. B. bei einem schwarzen Eunuchen nachgewiesen, dass das Becken desselben sich in mancher Beziehung an den weiblichen Typus anschloss. Aber wenn man alle diese Eigenschaften betrachtet, so sieht man, dass es eigentlich unrichtig ist, von einer Hinneigung zum andern Geschlecht zu sprechen. Die Kastratenstimme hat keine Aehnlichkeit mit der Frauenstimme, die ebenfalls eine Bruststimme ist, nur eine höher gelegene als beim Manne, sondern sie stimmt überein mit der Stimme bei Kindern und beruht darauf, dass der Kehlkopf im Verhältnis zum übrigen Körper klein bleibt. Dasjenige, was in der Tat tendiert wird bei Ausfall der Geschlechtsfunktion, ist die Erreichung einer Mittelform. Je früher der Verlust der Geschlechtsorgane eintritt, d. h. je plastischer noch der Körper ist, um so mehr wird diese Mittelform erreicht. Aber auch in bezug auf die Altersveränderungen treten frühzeitig Erscheinungen auf. So hat z. B. Korsakow[2]), der besonders die Eunuchen in Peking untersuchte, nachgewiesen, dass dieselben sehr frühzeitig altern und schon mit 40 Jahren den Eindruck 60jähriger Greise machen.

Diese Beispiele seien hier nur rekapituliert, im übrigen ver-

1) Senckenberg-Abhandlungen. Bd. 5.
2) Deutsche med. Wochenschr. 1899. Nr. 21.

Digitized by Google

weise ich auf das Kapitel über den Altruismus. Bei diesem tiefgreifenden Einfluss, den die Geschlechtszellen auf den gesamten übrigen Körper ausüben, kann der Verlust derselben unmöglich ausschliesslich zu einem veränderten Dauerzustande führen, sondern muss ebenso wie der Verlust anderer Organe resp. anderer Zellarten von lebenswichtiger Bedeutung sein. Aus allen diesen Gründen habe ich den Schluss gezogen, dass der physiologische Tod eine Folge der physiologischen definitiven Elimination des selbständigen Keimplasmas sei.

Diese Behauptung hat nicht ohne weiteres allgemeine Anerkennung gefunden. Auf der anderen Seite wiederum ist es merkwürdig, dass frühere Forscher, obwohl sie manchmal dicht daran streiften, doch nicht zu der gleichen Anschauung gelangt sind. Das beides hat seinen Grund in dem Umstand, dass von vielen Tieren, speziell vom Menschen der Verlust der Geschlechtsorgane viele Jahre überlebt werden kann, und andererseits Männer ein hohes Alter erreichen können, ohne dass die Spermatogenese notwendigerweise aufhören müsse. Der Zusammenhang zwischen der Existenz der Generationszellen im Körper und der Lebensdauer ist bei vielen Tieren nicht so in die Augen fallend, dass er sich direkt aufdränge. Wenn man den physiologischen Tod abhängig macht von dem Verlust der Sexualzellen, so muss man für diese beiden Umstände eine besondere Erklärung suchen. Ich glaube aber, dass dieselbe unschwer zu finden ist, nämlich einmal in der relativ geringen Ausdehnung der Sexualzellen im Vergleich zum übrigen Körper, und zweitens in einer gewissen Anpassung, die höheren Säugetieren den Verlust der Sexualzellen noch längere Zeit zu überleben gestattet.

Bei den niedrigsten Metazoen besteht schon eine deutliche Differenzierung zwischen Sexualzellen und somatischen Zellen, und ebenso bei den durch Rückbildung beim Parasitismus entstandenen einfachen Metazoen, z. B. den Dicyemiden und Orthonektiden. Bei allen diesen aber nehmen diese Sexualzellen einen so bedeutenden Raum ein, dass sie den somatischen Teil des Körpers vielfach an Grösse übertreffen. Man muss nun berücksichtigen, was schon vorher erwähnt wurde, nämlich dass die Sexualzellen mit dem Moment der Reifung aufhören, Körperzellen zu sein, also aus dem

Digitized by Google

altruistischen Verbande des Körpers austreten und zu selbständigen Individuen werden. Von diesem Moment an haben die Sexualzellen also auch keinen altruistischen Einfluss mehr auf den Körper und werden entweder ausgestossen als befruchtete oder unbefruchtete Eier, oder sie machen ihre Entwicklung zum Teil oder vollständig im Körper des Muttertieres durch. Bei den niederen viviparen Tieren treten jedoch durch diese Entwicklung im Mutterleibe des Tieres nicht wieder Stoffwechselbeziehungen zwischen Mutter und Kindern ein. Erst bei den Plazentariern gewinnt der Embryo einen sekundären altruistischen Einfluss auf die Mutter, der aber mit den Beziehungen zwischen Eizelle und Körper nichts zu tun hat.

Bei den Dicyemiden kann man nun noch deutlich verfolgen, dass mit dem Moment, wo die Eier im Muttertiere anfangen, sich zu Embryonen zu entwickeln, an dem Zellschlauch, der den Körper darstellt, regressive Veränderungen auftreten, die damit enden, dass in dem Moment, in dem die Embryonen selbständig existieren können, dieser Zellschlauch platzt und die Embryonen frei werden. Hier ist also der Zusammenhang zwischen dem Austritt der Eier aus dem altruistischen Verbande des Körpers und dem Tode unmittelbar zu beobachten.

Bei vielen Insekten, bei denen die Eier ebenfalls fast die ganze Leibeshöhle ausfüllen und mit einemmal entleert werden, ohne dass ein Rest von Geschlechtszellen übrig bleibt, tritt der Tod fast immer sofort nach der Eiablage ein. Ja es gibt manche Insekten, bei denen gar keine Einrichtung für die Entleerung der Eier vorhanden ist, und bei denen diese durch Platzen des Körpers nach aussen gelangen in gleicher Weise wie bei den Dicyemiden. Wenn die Insekten unmittelbar bei der Eiablage sterben, so sagte man früher, dass der Tod an Erschöpfung eintrete. Aber in Wirklichkeit kann man auch bei solchen Insekten schon vor der Eiablage regressive Veränderungen konstatieren. Viele derselben hören vollständig auf zu fressen, der übrige Körper magert extrem ab. Sie werden träge und weniger beweglich. Selbst bei denjenigen Insekten, die die Ablage der Geschlechtszellen noch eine Zeitlang überdauern, findet man ähnliche Verhältnisse. Die Anpassung mancher Insekten hat auf diesen Umstand Rücksicht genommen, denn man findet solche, deren Weibchen als Imago schon keinerlei

Digitized by Google

Einrichtung zur Nahrungsaufnahme mehr besitzen, also nur die Hülle für die Keimzellen darstellen.

Man könnte nun sagen, dass auch bei Fischen und Fröschen und vielen anderen Tieren die Eier eine ganz enorme Masse im Verhältnis zum übrigen Körper ausmachen, und doch nicht der Tod nach der Eiablage erfolgt. Das ist aber leicht verständlich, denn bei diesen Tieren wird nicht das Keimplasma mit einemmal entleert wie bei den Insekten, sondern es bleibt ein Eierstock zurück, aus dem sich im nächsten Jahr wieder neue Eier entwickeln. Wenn also auch von Fischen in einer Laichzeit Millionen von Eiern produziert werden können, so werden dieselben dadurch doch nicht zu einem Torso und sind im nächsten Jahre imstande, die gleiche Zahl von Eiern zu produzieren.

Von diesen niederen Tieren bis zu den höchsten, dem Menschen, bestehen nun alle Uebergänge. Es gibt solche, die mit dem Aufhören der Geschlechtsreife bald zu grunde gehen, und es gibt andere, die diese Zeit eine Reihe von Jahren überleben können. Die letzteren vor allen Dingen sind alles solche Tiere, bei denen der Geschlechtskörper nur einen kleinen Teil des Gesamtkörpers ausmacht, was noch um so bedeutsamer ist, als ja nicht der gesamte Geschlechtskörper die gedachte lebenserhaltende Funktion hat, sondern von ihm allein die Sexualzellen, die wiederum nur einen kleinen Teil des Geschlechtskörpers ausmachen. Wenn man sich diese Fähigkeit, den Verlust der Geschlechtskörper zu überleben, wie oben angedeutet, als eine Anpassung vorstellt, so ist man dazu um so mehr berechtigt, als ja der Verlust der Sexualzellen unabhängig von pathologischen Ereignissen vor sich geht, zur normalen Entwicklung gehört, die auch unter normalen Bedingungen in jedem Falle eintritt, wodurch eine Anpassung stattfinden konnte in allen denjenigen Fällen, bei denen die Art aus diesem Ueberleben einen Vorteil ziehen konnte.

Es ergibt sich daraus, dass der physiologische Tod selbst nicht bei denjenigen Tieren, deren Geschlechtskörper den grössten Teil des Somas ausmacht, ein katastrophales Ereignis ist, wie vielfach gesagt wurde, sondern dass hier in der Tat ein altruistischer Zusammenhang besteht.

Das Gleiche gilt übrigens auch von den Pflanzen. Auch hier

Digitized by Google

hören die Samenzellen auf, in altruistischer Beziehung zum Körper zu stehen, sowie sie in den Prozess der Reifung eingetreten sind. Man sieht deswegen auch, dass zunächst die Blüten bis auf den Fruchtkörper verfallen, und dass diesen Verfall schliesslich auch der gesamte übrige Pflanzenkörper mitmacht, wenigstens bei allen denjenigen Pflanzen, die einfache Individuen darstellen.

Man könnte nun schliesslich gegen diese Anschauung, dass der physiologische Tod eine Folge des Verlustes der Generationszellen sei, anführen, dass es Lebewesen gibt, die ihre ganze Entwicklung ohne Geschlechtszellen durchmachen, und auch niemals von Anfang an solche besessen haben, z. B. bei den Ameisen, den Termiten und den Bienen. Dagegen ist nun Folgendes zu sagen. Zunächst könnte man im Zweifel sein, ob diese komplizierten Differenzierungen, deren Bedeutung vielfach noch ganz unbekannt ist, überhaupt als Beweis für oder gegen irgend etwas herangezogen werden dürften. Es kann aber weiter festgestellt werden, dass die geschlechtslosen Tiere durch eine besondere Art der Entwicklung enstanden sind. Man darf dieselben nicht für sich betrachten, sondern immer nur in ihrer altruistischen Beziehung zu den Geschlechtstieren desselben Stockes. Man muss sie in ähnlicher Weise auffassen wie die Differenzierungen der einzelnen Individuen bei den Siphonophoren. Die Arbeitsteilung ist hier soweit getrieben, dass sie über das Individuum hinausgeht. Dafür besteht aber auch ein viel intensiverer Zusammenhang zwischen den Individuen eines solchen Stockes, als zwischen den Einzelindividuen anderer Arten. Sie sind in ihrer Ernährung, in ihren gesamten Lebensbedürfnissen vollständig aufeinander angewiesen. Bei Siphonophoren und ähnlichen Stockbildungen ist eine untrennbare Vereinigung entstanden. Bei den Bienen, Ameisen und Termiten ist diese Vereinigung mehr eine äusserliche, aber dennoch zum Leben der einzelnen Individuen absolut notwendig. Wenn die Königin und die Drohnen einem Bienenstock genommen sind, so können die Arbeiterinnen allein nur noch eine kurze Zeit weiter leben. Es spricht also diese Differenzierung über das Individuum hinaus nicht gegen die Anschauung von der altruistischen Herkunft des physiologischen Todes, sondern stellt nur einen besonderen Fall desselben dar.

Digitized by Google

Wenn es auf diese Weise festzustehen scheint, dass der physiologische Tod der Einzelindividuen auf dem Ausfall der altruistischen Tätigkeit einer Zellart beruht, so will ich besonders hervorheben, dass dies alles den durch Beobachtungen und durch Versuche festgestellten Tatsachen über Stoffwechselveränderungen und morphologische Störungen im übrigen Körper in keiner Weise widerspricht. Speziell würde es auch nicht den Resultaten Rubners widersprechen, dass jedes Tier während seines Lebens eine annähernd gleiche Stoffwechselenergie verbraucht. Ganz besonders aber besteht kein Gegensatz zu den Weismannschen Anschauungen, der ausführlich auseinandersetzt, dass der physiologische Tod als die Folge einer Selektion aufzufassen sei, und sich deswegen als Anpassung darstellt, wenn wir in der Anpassung, wie Plate richtig betont hat, die Herausbildung einer für die Erhaltung der Art nützlichen Eigenschaft verstehen.

Die Infusorien stellen für ihre Art gewissermassen eine besonders differenzierte Sexualzelle dar. Ihnen fehlt das Soma, und davon ging ja auch die bekannte und, so weit ich sehe, allgemein akzeptierte Weismannsche Anschauung von der Kontinuität des Keimplasmas aus und von der physiologischen Unsterblichkeit der einzelligen Tiere und Pflanzen. Es ist mir deswegen auch von jeher als unstatthaft erschienen, bei diesen einzelligen Wesen von einem Altern zu sprechen, vor allen Dingen aber von einem Altern vor der Kopulation und einem Verjüngungszustand durch die Kopulation. Man könnte höchstens dann von einem Altern sprechen, wenn die Zellen mechanisch gehindert würden, durch Isolation sich zu kopulieren. Denn wenn es auch neuerdings gelungen ist, einzellige Wesen ausserordentlich lange ohne Kopulation fortzuzüchten, so dürfte das doch unter natürlichen Bedingungen und praktisch nicht vorkommen. Die dauernde Fortpflanzung ohne Kopulation und das schliessliche Absterben der Tiere ist also nicht ein physiologisches Ereignis, sondern kommt dem Tode durch Gewaltwirkung im Prinzip gleich. Diese Anschauung des Alterns ist, soweit ich sehe, von Maupas ausgegangen, und später vielfach auch von anderer Seite behauptet worden, aber es haben sich doch auch schon zahlreiche Stimmen dagegen erhoben, und auch Metschnikoff hat sich dieser Opposition angeschlossen. Ebenso wenig kann

Digitized by Google

man von einer Verjüngung durch die Kopulation sprechen. Man könnte höchstens von einer Verjüngung der Rasse oder Art reden, aber sicherlich nicht von einer Verjüngung des Individuums. Man müsste dann mit derselben Berechtigung die Geburt eines Kindes als die Verjüngung der Mutter bezeichnen. Ich glaube, dass dadurch das Unsinnige dieser Betrachtung vollkommen klar wird.

Dass der physiologische Tod für die Art nützlich ist, bedarf kaum einer besonderen Auseinandersetzung, denn es würde die Vermehrung der Zahl der Individuen aufs äusserste erschweren, wenn alle einmal entstandenen Individuen nur unter pathologischen Erscheinungen oder durch Gewaltakte sterben könnten. Betrachten wir aber das Altern und den Tod stets als die Folge von pathologischen Prozessen und als theoretisch vermeidbar, so würde das mit der Existenz einer Anpassung durch Selektion überhaupt unvereinbar sein, denn nach Sistieren der Geschlechtstätigkeit ist das Individuum für die Erhaltung der Art so gut wie vollständig nutzlos, auf die Dauer sogar schädlich, da es der Gemeinschaft der Art Kräfte entzieht und auf sich hinleitet, die bei denjenigen Individuen ihre nützliche Anwendung finden sollten, die zur Erhaltung der Art selbst noch beitragen. Die Vernichtung alter und schwacher Individuen, die der Art nichts mehr nutzen, ihr unter Umständen sogar schädlich sein können, ist bei Tieren ein weit verbreiteter Instinkt. Ja sogar beim Menschen finden sich noch Spuren davon, denn es wird von mehreren Forschern unkultivierter Völkerschaften berichtet, dass diese alte und kranke Menschen, um ihren Tod zu beschleunigen, in der grausamsten Weise behandeln, ihnen die Nahrung entziehen, sie aussetzen und dergl. mehr. Die deutsche Heldensage berichtet ja auch, dass es bei den Wikingern üblich gewesen ist, dass die alten Männer sich selbst den Tod gaben, und wir haben keine Veranlassung, daran zu zweifeln, dass diese Sitte tatsächlich existiert hat.

Es ist unrichtig, wie vorher schon gezeigt wurde, zu schliessen, dass die Natur wohl darnach strebt, die Art zu erhalten, aber für die Erhaltung der Individuen keine Sorge trüge; aber die Sorge für die Erhaltung des Individuums erstreckt sich lediglich auf die Erhaltung bis zur Vollendung der Geschlechtsfunktion, wozu ich auch die vielfach im Tierreich ausgebildete Pflege der Nachkommen-

Digitized by Google

schaft bis zu ihrer individuellen Selbständigkeit rechne. Was darnach kommt, wird der Selektion entzogen oder, wie ich noch weiter annehme, die Selektion wirkt direkt zerstörend auf das Individuum nach vollendeter Geschlechtsfunktion. Man sieht also, dass das Prinzip der Selektion und das Prinzip des physiologischen Todes als einer Abhängigkeit von der Existenz der Sexualzellen im engsten Zusammenhange miteinander stehen, sich gegenseitig stützen, und umgekehrt bei Ableugnung des einen auch das andere negiert werden muss.

Das biogenetische Grundgesetz sagt aus, dass in der Ontogenese in Kürze rekapituliert wird, was in der phylogenetischen Entwicklung vor sich gegangen ist, d. h. dass sich im Polyplastidenkörper gewisse Erscheinungen wiederholen, die bei der Entwicklung der Arten zu Tage getreten sind. Bereits in dem Kapitel über den Altruismus wurde ausführlich gezeigt, dass ähnliche altruistische Erscheinungen, wie sie unter den Zellkomplexen des Polyplastidenkörpers obwalten, auch zwischen allen Arten der Lebewesen untereinander existieren. Dadurch wurde dargetan, dass auch hier eine ähnliche Kongruenz der Erscheinungen zwischen Einzelwesen und Arten besteht, wie sie in dem biogenetischen Grundgesetz zu Tage tritt. Dieses lässt sich also in dem angeführten Sinne erweitern. Das Gleiche möchte ich auch für das Aussterben der Arten behaupten, indem auch hier in mancher Beziehung ähnliche Verhältnisse sich ergeben wie bei dem Tode des Einzelindividuums.

Bisher hat eigentlich niemand daran gezweifelt, dass in geologischen Perioden zahlreiche Arten ausgestorben sind. Aber Steinmann[1]) hat neuerdings die Behauptung aufgestellt, dass ein wirkliches Aussterben von Arten bisher nur durch Ausrottung durch den Menschen zustande gekommen sei, während alle übrigen erloschenen Formen nicht durch Aussterben, sondern durch Umwandlung verschwunden seien. Diese Anschauung Steinmanns ist so verblüffend, dass, obwohl sie vielleicht nirgends einen Anhänger findet, sie doch kurz diskutiert werden muss. Das ist ja zweifellos zuzugeben, dass wir von vielen Arten nicht wissen

1) Die geologische Grundlage der Abstammungslehre. Leipzig 1908.

Digitized by Google

können, ob sie durch Aussterben oder durch Umwandlung verschwunden sind. Wir können z. B. nicht wissen, ob das Hipparion ausgestorben ist, oder sich restlos in das Pferd umgewandelt hat. Darwin[1]) sagt: „Das Erlöschen alter Formen ist die unvermeidliche Folge vom Entstehen neuer.“ Man könnte diesen Satz aber in doppelter Weise auffassen, einmal in der Weise, in der er wohl bisher allgemein verstanden wurde, nämlich, dass die neu entstandenen Arten die alten verdrängten, man könnte ihn aber auch im Steinmannschen Sinne auffassen, nämlich, dass durch die Umwandlung der alten Arten in neue die alten verschwinden müssen.

Zunächst ist einmal festzustellen, dass ebenso wie heutzutage der Mensch zahlreiche Tierarten vollständig vernichtet, so auch früher sicherlich schon Arten vernichtet wurden durch das massenhafte Auftreten bestimmter Tier- und Pflanzenarten. Im Kapitel über Epidemien wurde gezeigt, wie das zu denken ist, und dass die starke Verbreitung des Menschen auf der Erde eine Art von Epidemie darstellt, wie sie in allen geologischen Perioden existiert haben muss. Mit der Menschenepidemie hat also die Vernichtung anderer Arten sicher nicht erst begonnen, wie Steinmann meint. Sogar unter unseren Augen finden noch Vernichtungen von Tieren durch andere ohne eine besondere Beteiligung des Menschen statt. Schon früher wurden die Beispiele der Vernichtung der Hausratte durch die Wanderratte, der Terriculaarten durch die Lumbriciden, der europäischen Küchenschabe durch die Blatta orientalis angeführt. Osborn[2]) führt ein Beispiel von solchen Massenvernichtungen an. Der indische Mungo (Herpestes) wurde auf einigen Antilleninseln vor allem in Jamaika zur Vertilgung der Ratten eingeführt. Als die Ratten vertilgt waren, vernichtete der Mungo auch die einheimischen Nager, die bodenbewohnenden Vögel, 5 Arten harmloser Schlangen, 20 Arten Eidechsen, sowie Land-, Süsswasser- und Seeschildkröten. Einige dieser Formen brachte er dem Erlöschen nahe. Durch Vernichtung der Eidechsen wurde eine Vermehrung schädlicher Schmetterlinge und anderer Insekten, vor allem der Zecken bedingt. Dadurch gestaltete sich die Einführung

1) Entstehung der Arten, S. 375.

2) The causes of extinction of Mammalia. American Naturalist. Bd. 40. 1906.

Digitized by Google

des Mungo fast ebenso schädlich wie die Aussetzung der Kaninchen in Ausstralien. Wie wir heute sehen, dass auf weite Strecken Tierarten aussterben durch epidemische Krankheiten, z. B. der Büffel in manchen Gegenden Afrikas durch die Rinderpest, so ist das sicherlich in früheren Perioden ebenso der Fall gewesen. Das epidemische Auftreten einer Tier- oder Pflanzenart muss notwendigerweise den Tod zahlreicher Individuen, eventuell die definitive Ausrottung von Arten zur Folge haben. Die Verdrängung einer Tier- oder Pflanzenart durch die andere findet heute statt und hat zu jeder Zeit stattgefunden. Schon daraus allein würde sich die Unrichtigkeit der Steinmannschen Anschauung in bezug auf die Ausnahmestellung des Menschen ergeben. Auf die zahlreichen anderen Einwendungen, die sich gegen die Steinmannsche Anschauung machen lassen, will ich hier garnicht näher eingehen, vor allen Dingen deswegen nicht, weil diese Einwendungen schon vorweggenommen wurden durch zahlreiche Diskussionen über die Art des Aussterbens der Tiere, wie sie vor allen Dingen von Rosa, Plate, Osborn und anderen geführt wurden. Auf jeden Fall dürfte Steinmann den Nachweis schuldig geblieben sein, dass aus einseitig spezialisierten Tieren, wie z. B. aus den riesigen Sauriern, aus dem Machairodus, dem Titanotherium und vielen anderen irgendwo neue Arten hervorgegangen sind. Diese Arten sind eben nicht vorhanden, sie sind auch aus früheren geologischen Perioden nicht bekannt geworden. Wir können also an dem wirklichen Aussterben solcher einseitig spezialisierten Arten nicht zweifeln, selbst wenn wir mit Plate die Anschauung Daniel Rosas über die Ursachen des Aussterbens bezweifeln.

Mir scheint die Frage die zu sein, was man unter einer zu weitgehenden Spezialisierung zu verstehen hat, und ich glaube, dass man diesen Begriff nicht zu eng fassen darf nicht nur in dem eben angegebenen Sinne der übermässigen Körperentwicklung im ganzen oder in seinen einzelnen Details. Vielmehr würde ich als eine übermässige Spezialisierung alle diejenigen Eigenschaften auffassen, die eine verringerte Variations- oder eine geringere Akklimatisationsfähigkeit bedeuten. Wenn in der Umgebung einer Art irgendwelche Verhältnisse sich ändern, sei es solche des Klimas im weitesten Sinne des Wortes, oder auch solche der altruisti-

Digitized by Google

schen Beziehungen zu anderen Lebewesen, so müssen notwendigerweise alle diejenigen Tiere und Pflanzen zu grunde gehen, die nicht imstande sind, sich diesen neuen Bedingungen anzupassen durch Abänderung oder Gewöhnung innerhalb der Breite ihrer Lebensfähigkeit. Schon in dem Kapitel über den Altruismus wurde diese Frage ausführlich auseinandergesetzt. Es wurde gezeigt, dass die altruistischen Beziehungen der Arten unteinander so innige sind, dass beim Aussterben einer Art auch eine Reihe anderer Arten dem Untergang anheimfällt, dass die Vermehrung einer Art die altruistische Vermehrung anderer Arten zur Folge haben kann, dass aber auch bei Vermehrung einer Art andere Arten vernichtet werden müssen, und umgekehrt beim Zugrundegehen einer Art kompensatorische Vermehrungen anderer Arten auftreten können. Dadurch ist der enge Zusammenhang bezeichnet, der zwischen Werden und Vergehen der Arten besteht, und dieser Punkt dürfte zur Erklärung für die Vernichtung von Arten bei weitem der wichtigste sein und eine grössere Rolle spielen in der Geschichte der Lebewelt als irgend ein anderes Moment.

Besonders ist zu bemerken, dass durch plötzliche Katastrophen irgendwelcher Art, durch Ueberschwemmungen, durch vulkanische Ausbrüche und dergleichen mehr wohl nur ganz ausnahmsweise Arten vernichtet werden konnten, nämlich nur in demjenigen Falle, wo solche Arten aus einer geringen Individuenzahl bestanden und einen ganz beschränkten Verbreitungsbezirk hatten.

Indessen können durch Katastrophen doch grössere Mengen von Tieren zu grunde gehen, als gemeinhin angenommen wird. Ich zitiere hier zwei bedeutungsvolle Angaben. Helmersen[1]) erzählt: „Im Jahre 1827 wurde alles Vieh der sogenannten inneren oder Bukajewschen Kirgisenhorde, welche zwischen dem unteren Ural und der Wolga nomadisierte, von einem furchtbaren Buran nach Norden ins Saratowsche Gouvernement gejagt, wobei 10 500 Kamele, 280 500 Pferde, 30 480 Stück Hornvieh, 1 012 000 Schafe verunglückten", und Göbel[2]) berichtet: „Nach

1) Beitr. z. Kenntnis des russischen Reiches. Bd. V. S. 164.

2) Reise in den Steppen des südlichen Russlands. Bd. I. S. 35. Dorpat 1838.

Digitized by Google

dem Schmelzen des Schnees findet man alsdann oft an weit von der Heimat entfernten Orten das Rindvieh zu Hunderten beisammen, teils erfroren, teils verhungert, teils in dem Wasser der Schluchten ertrunken".

Noch ein weiteres Moment wäre hier zu erwähnen, von dem schon vorher die Rede war, nämlich der Untergang einer Art in ihren eigenen Produkten. Wir wissen, dass, wenn eine Bakterienkultur angelegt wird, dann in den Nährböden Stoffe entstehen können, die der Existenz der Bakterien schädlich sind, und dass dadurch die Kultur zu grunde geht, bevor der Nährboden erschöpft ist. Besonders deutlich ist das beim Bazillus der Tuberkelkrankheit des Oelbaums[1]). Noch deutlicher als in künstlichen Nährböden tritt dieses Verhältnis zu Tage, wenn die Bakterien in einem lebenden Tierkörper wachsen und hier Antitoxine erzeugen. Schon in dem Kapitel über die Epidemien wurde auseinandergesetzt, dass ganz analoge Vorgänge bei den altruistischen Beziehungen der Arten zu Tage treten. Eine aggressive Art erzeugt bei den von ihr angegriffenen Arten Schutzvorrichtungen, die entweder so weit gehen, dass sich diese anderen Arten gegen die aggressive mit Erfolg verteidigen können und schliesslich ein gemeinsamer Modus vivendi gefunden wird, oder die noch darüber hinaus schliesslich zur Vernichtung der aggressiven Art führen können. Das Erstere ist das Häufigere. Das Zweite dokumentiert sich ganz besonders beim Menschen. Denn der Mensch hat Mittel und Wege gefunden, sich gegen die ihm schädlichen Lebewesen nicht nur mit Erfolg zu verteidigen, sondern dieselben auch schliesslich vollkommen auszurotten. Diese Mittel, die der Mensch erworben hat, andere Lebewesen, die seiner Verbreitung im Wege stehen, auszurotten, sind im Prinzip nichts anderes als die Antitoxine, die die Bakterien im Körper von Tieren hervorrufen. Die Frage erscheint mir sehr wohl diskutierbar, und ist in der Tat auch schon diskutiert worden, ob nicht für den Menschen, d. h. in seinen Erfindungen und in seiner weiteren geistigen Entwicklung eine Gefahr begründet liegt, die schliesslich zum Untergang des Menschengeschlechts führen könnte, ich meine Gefahr auf dem Umwege der fehlenden Selektion und

1) Schiff-Georgini, Zentralbl. f. Bakt. Bd. XV. 1905.

Digitized by Google

der dadurch allmählich immer mehr zunehmenden Degeneration des Menschengeschlechts, wovon schon vorher die Rede war. Dass gleiche Verhältnisse nicht nur bei den Beziehungen zwischen Pflanzen und Tieren und zwischen Tieren untereinander, sondern auch bei den Pflanzen untereinander vorliegen, kann man in zahlreichen Beispielen verfolgen. Es können sich Pflanzen an irgend einer Stelle bis zum Uebermass entwickeln und dann plötzlich eingehen, ohne eine andere Ursache als die, dass sie den Boden, in dem sie wachsen, selbst so verändert haben, dass sie nun nicht mehr imstande sind, in ihm zu gedeihen. Das sieht man z. B. an der periodischen Vegetation bei der Bildung der Hochmoore.

Damit dürften in Kürze alle diejenigen Punkte erwähnt sein, die zum Untergange von Arten führen können, und es fragt sich, welche von denselben man als den physiologischen Tod der Arten aufzufassen hat und welche als den pathologischen. Offenbar ist die Vernichtung von Arten durch katastrophale Ereignisse nicht in das Gebiet des physiologischen Todes zu rechnen. Ebenso würde die Vernichtung von Arten durch Klimawechsel oder durch epidemisch auftretende Massen anderer Arten in das Gebiet des pathologischen Todes der Arten zu rechnen sein. Endlich würde ich auch den Untergang in den eigenen Stoffwechselprodukten, wie man es nennen könnte, als einen pathologischen auffassen. Dagegen wäre jede Vernichtung, die auf altruistische Beziehungen zurückzuführen ist, dem physiologischen Tode des Einzelindividuums gleichzustellen. Jedoch besteht ein durchgreifender Unterschied zwischen dem Tode der Arten und dem physiologischen Tode der Einzelindividuen, nämlich darin, dass die Arten dem Tode entgehen können durch Abänderung und erneute Anpassung. Es sei denn, dass man der Anschauung Rosas sich anschliesst, dass die immer weiter zunehmende Spezialisierung und damit verringerte Variationsfähigkeit schliesslich zu einem definitiven Aussterben der gesamten Lebewelt führen müsste. Dadurch würde der Tod der Arten, ebenso wie der physiologische Tod der Einzelindividuen sich als ein zwangsweise erfolgender Ausgang der ganzen Entwicklung erweisen.

Digitized by Google

12. Kapitel.

Schlussbemerkungen.

Es liegt in der Natur der in den vorstehenden Kapiteln behandelten Fragen, dass man sehr häufig den festen Boden der Tatsachen verlassen und ein mehr spekulatives Gebiet betreten muss, handelt es sich dabei doch immer um Ereignisse, die aus den beobachteten Tatsachen geschlossen werden können. Die Gefahr, sich dabei in phantastische Spekulationen zu verlieren, ist naturgemäss sehr gross, und an der richtigen Stelle an der Hand der wirklich vorhandenen Tatsachen Hemmungen seiner Phantasie eintreten zu lassen, ist mitunter recht schwierig, wie aus den zahlreichen Veröffentlichungen hervorgeht, in welchen die Entstehung der gesamten Lebewelt als ein in all seinen Teilen bekannter Vorgang geschildert wurde. Will man nicht die Opposition der prinzipiellen Gegner der Entwicklungslehre hervorrufen, so muss man die Exzesse der Phantasie möglichst vermeiden. Es ist das vielleicht auf keinem anderen Gebiete so notwendig wie auf dem Gebiete der Deszendenzlehre, und wenn man gern anerkennt, dass Haeckel durch die Begeisterung, die er diesen Fragen entgegenbrachte, und durch seine glänzende Darstellung zur Popularität der Fragen sehr beigetragen hat, so ist auch auf der andern Seite nicht zu verkennen, dass der Rückschlag, der sich vielfach bemerkbar macht und der vor allen Dingen von religiösen und philosophischen Dogmatikern unterstützt wird, z. T. verschuldet oder möglich war durch solche über das Ziel hinausschiessenden Spekulationen. Alle neuen Tatsachen auf diesem Gebiete, die imstande sind, die Deszendenzlehre zu stützen und die

Digitized by Google

in ihr Gebiet hineinfallenden Beobachtungen zu erklären, sind deswegen für die ganze Frage von grösstem Nutzen.

Daher hat auch schon Virchow eingesehen, dass die Beziehungen der Pathologie zu diesen Fragen von Bedeutung sind, und hat das in dem früher schon angeführten Aufsatz über „Deszendenz und Pathologie", sowie in einigen anderen Abhandlungen[1]) zum Ausdruck gebracht. Diese Aufsätze sind aber nur kurz gehalten und berühren die einzelnen Fragen nur kursorisch. Virchow stand vielleicht etwas einseitig auf dem pathologischen Standpunkt, und es konnte leicht den Anschein erwecken, als wenn er bei seiner strengen Kritik ein Gegner der Deszendenztheorie und speziell der Darwinschen Selektionslehre gewesen sei. Das ist jedoch in Wirklichkeit, wie es seine Gegner häufig behauptet haben, keineswegs der Fall gewesen. Man hat Virchows Einwendungen auf diesem Gebiet, die im allgemeinen rein sachlich waren, vielfach übertrieben und dann bekämpft. Virchow bemühte sich vielmehr, auf viele unbewiesene Behauptungen hinzuweisen und die Lücken nachzuweisen, die sich, wie jeder gern zugeben wird, in dieser ganzen Lehre zahlreich vorfinden und deren Ausfüllung noch der Zukunft vorbehalten ist.

Aber Virchow hat stets den grössten Wert darauf gelegt, zu betonen, dass unter pathologischen Bedingungen sich nichts ereignet, das nicht auch unter physiologischen Bedingungen vorkommt. Er hat also die gesamte Pathologie als durch bestimmte Bedingungen charakterisierte Fälle des physiologischen Lebens aufgefasst. Diese Betrachtungsweise ist von grösster Bedeutung, denn sie lehrt uns, dass die Pathologie nichts anderes ist als die Summe der Experimente, die die Natur mit den Lebewesen anstellt, die uns einen weiteren Einblick in die Fähigkeiten der Lebewesen, ihrer Organe und ihrer Zellen gestattet.

Die Zoologen haben diese pathologischen Ereignisse, die so ausserordentlich lehrreich für die Erkenntnis sind, weniger berücksichtigt. Zur Aufklärung vieler Fragen würde es von grösstem

1) Transformation und Deszendenz. 1892. — Rassenbildung und Erblichkeit. 1896. — Anlage und Variation. Berlin 1896. — Deszendenz und Pathologie. Sein Archiv. Bd. 103.

Digitized by Google

Vorteil sein, wenn wir, ebenso wie über die Pathologie des Menschen und der Haustiere und ebenso über die Pathologie der Pflanzen, so auch eine grössere Kenntnis über die Pathologie der niederen Tiere besässen. Aus den Ausführungen der vorliegenden Kapitel ergeben sich die Lücken gerade auf diesem Gebiete besonders deutlich, und musste deshalb häufiger vom Menschen aus exemplifiziert werden, als für die Sache an und für sich nützlich gewesen wäre. Der Mangel an tatsächlichem Material auf diesem Gebiete ist in Wirklichkeit geradezu hemmend für die Erkenntnis vieler Fragen.

Wenn ich es in den früheren Kapiteln versucht habe, vom pathologischen Standpunkt aus einige dieser Fragen zu beleuchten, so haben sich manche Tatsachen ergeben, die uns vielleicht einen kleinen Schritt vorwärts bringen können. Ich meine hier in erster Linie die Betrachtungen über den Altruismus, die Regeneration und die Transplantation, die vieles über die Verwandtschaft der Lebewesen untereinander und ihre gegenseitigen Beziehungen und Abhängigkeitsverhältnisse aussagen.

In diesem Schlusskapitel möchte ich kurz rekapitulieren, wie ich mir, zurückgreifend auf das gesamte Gebiet und speziell unter Erweiterung desselben durch die beigebrachten neuen Betrachtungen, die Entstehung der heutigen Lebewelt und deren Zukunft vorstelle. Ich hoffe dabei alle Schlussfolgerungen, denen Tatsachen widersprechen, zu vermeiden, bin aber natürlich gezwungen, über das Gebiet der wirklichen Beobachtungen ebenso hinauszugehen, wie das auch früher von anderen schon geschehen ist, und spekulative Betrachtungen anzustellen. Dieselben werden also nicht zeigen, wie der Werdegang tatsächlich gewesen ist, oder gewesen sein muss, von einer solchen Kenntnis sind wir noch weit entfernt, sondern nur wie er unter Berücksichtigung aller zuverlässigen Tatsachen gewesen sein könnte. Dabei ist es natürlich auch notwendig, auf die erste Entstehung des Lebens kurz einzugehen.

Da alle Versuche, die erste Entstehung von Lebewesen nachzuweisen, bisher fehlgeschlagen sind, so könnte man denken, dass es gar keinen Zweck hat, sich mit dieser Frage zu beschäftigen. Bekanntlich hatte schon Redi[1]) durch Experiment festgestellt, dass

1) Gesammelte Werke. Florenz 1664—1690.

Digitized by Google

in gut sterilisierten, vollständig abgeschlossenen Gefässen keine Lebewesen entstehen. Aber diese Kenntnis war vollkommen verloren gegangen, so dass Pasteur im Jahre 1863 durch neue Versuche diese Tatsache festlegen konnte, und seitdem war es Mode geworden, die Generatio aequivoca, d. h. die Entstehung der organisierten Materie aus der unorganisierten organischen auf der Erde zu leugnen. So sehr hat man sich dieser Möglichkeit widersetzt, dass Helmholtz, Ferdinand Cohn und Kelvin die merkwürdige Hypothese aufstellen konnten von der Uebertragung des Lebens auf die Erde von anderen Weltkörpern aus, eine Hypothese, die natürlich garnichts über die Entstehung des Lebens aussagt, sondern das Problem nur räumlich verschiebt. Wenn man behauptet hat, dass die Meteoriten sich beim Durchfliegen der Atmosphäre so stark erhitzen, dass alles Leben auf ihnen vernichtet würde, auf der andern Seite aber Arrhenius sich bemüht hat, zu zeigen, dass durch den Strahlendruck staubförmige Gebilde, also auch kleine Lebewesen von einem Weltkörper zum andern befördert werden könnten, so nutzt uns doch diese ganze Diskussion für die Erkenntnis der Entstehung des Lebens in der Tat garnichts.

Von viel grösserer Bedeutung ist der Umstand, dass die kleinsten Lebewesen, die wir sehen können, noch nicht die kleinsten existierenden sind. Darauf hat Strassburger schon vom theoretischen Standpunkt aus hingewiesen. Es ist aber auch später praktisch gezeigt worden, dass es lebende Infektionserreger gibt, die jenseits der Grenze des Sichtbaren liegen, sogenannte ultramikroskopische Lebewesen, die ohne Beeinträchtigung ihrer Existenz durch die feinsten Tonfilter filtriert werden können, von denen alles noch Sichtbare zurückgehalten wird. Die Kompliziertheit des Stoffwechsels und der morphologischen Erscheinungen der kleinsten bekannten Lebewesen lässt mit Sicherheit darauf schliessen, dass das Leben unter noch viel einfacheren Strukturen möglich ist, dass also die erste Entwicklung des Organischen durchaus nicht zu so komplizierten Formen geführt haben muss, wie wir sie jetzt kennen. Von den verschiedensten Seiten ist daher auch mit Recht betont worden, dass, wenn wir über die erste Entstehung des Lebens nichts wissen, trotzdem die Annahme einer solchen Entstehung auf der Erde ein logisches Postulat sei. Ich zitiere in dieser Beziehung vor allen

Digitized by Google

Dingen Ziegler[1]), Rolph[2]) und Weismann[3]). Wie man sich diese Entstehung zu denken hat, bleibt dahingestellt. Ob man annehmen will, dass die Bedingungen dafür nur in früherer Zeit auf der Erde existierten, oder ob man glauben will, dass sie auch heute noch irgendwo vorhanden sind, ist bei der augenblicklichen Sachlage gänzlich undiskutierbar. Nur das eine kann man feststellen, dass aus einem Grunde in früherer Zeit die Entstehung lebendiger Substanz leichter möglich war als jetzt. Auf diesen Umstand hat Dahl hingewiesen. Ueberall, wo organische, nicht organisierte, Substanz sich befindet, wird dieselbe durch die Einwirkung von Bakterien in kürzester Zeit zersetzt. Sie kann sich nicht längere Zeit hindurch unverändert erhalten, sondern löst sich sehr bald in ihre unorganischen Bestandteile auf. Ueberall wo organische Substanz heutzutage nachweislich gebildet wird, geschieht dies unter dem Einfluss lebender, organisierter Substanz. Wenn zu einer Zeit, als Bakterien noch nicht existierten, organische Substanz gebildet wurde, so konnte diese lange Zeit hindurch existieren, ohne sich wieder in ihre Bestandteile aufzulösen. Diese Betrachtungen Dahls scheinen mir von grösster Bedeutung zu sein, besonders wenn wir berücksichtigen, dass zur Umwandlung chemischer Substanzen oft sehr lange Zeiten notwendig sind. Wenn Ramsay nachgewiesen hat, dass Radium in Helium übergehen kann durch eine so langsame Entwicklung, dass vielleicht Jahrhunderte dazu nötig sind, so kann man die Umwandlung organischer Substanz durch einen solchen langsamen Prozess in organisierte, d. h. lebende nicht unbedingt leugnen, um so mehr, als zwischen beiden nur ein gradueller und gar kein prinzipieller Unterschied zu sein braucht.

Ich nehme also an, dass in früher Zeit die Bedingungen auf der Erde existierten nicht bloss für die Entstehung organischer Substanz, sondern auch organisierter Substanz. Es haben sich aus den vorhergehenden Betrachtungen auch Anhaltspunkte ergeben, die es gestatten, über diese organisierte Substanz einiges auszusagen. Sie muss annähernd dieselbe chemische Struktur besessen haben

1) Deszendenzlehre und Zoologie. Jena 1902.
2) Biologische Probleme. Leipzig 1884.
3) Ueber die Dauer des Lebens. Jena 1882. S. 47.

Digitized by Google

wie die heutige lebende Substanz, aber sie muss eine viel grössere Variationsfähigkeit besessen haben. Sie muss ferner, um mit Driesch zu reden, als prospektive Potenz alle Eigenschaften der heutigen und aller späteren Lebewesen in sich vereinigt haben. Etwas Neues in dieser Beziehung konnte ebenso wenig hinzutreten oder verloren gehen, wie nach dem Gesetz der Erhaltung der Kraft von dieser. Es ist richtig, wenn Wettstein[1]) sagt: „Da ist vor allen Dingen zu konstatieren, dass durch direkte individuelle Anpassung niemals, soweit unsere Erfahrungen reichen, etwas absolut Neues in die Erscheinung tritt, sondern nur Modifikationen oder Umgestaltungen schon vorhandener Eigentümlichkeiten bewirkt werden." Die Funktionen dieser ersten einfachen Lebewesen waren also in höherem Masse komplexe Grössen als die Funktion der einzelnen Teile höher differenzierter Tiere und Pflanzen.

In der „Entstehung der Arten" S. 518 sagt Darwin: „Ich glaube, dass die Tiere von höchstens vier oder fünf und die Pflanzen von ebenso vielen oder weniger Stammarten herrühren. Die Analogie würde mich noch einen Schritt weiter führen, nämlich zu glauben, dass alle Pflanzen und Tiere von einer einzigen Urform herrühren, doch könnte die Analogie eine trügerische Führerin sein." Daraus hat sich die Diskussion entwickelt über die monophyletische oder polyphyletische Entwicklung. Ich glaube, dass diese Frage eine müssige ist. Man wird die Möglichkeit, dass gleichzeitig an verschiedenen Teilen der Erde verschieden organisierte Substanz entstanden ist, anerkennen können. Es liegt dafür weder ein Beweis, noch eine Widerlegung vor; aber selbst wenn nicht ein solcher polyphyletischer Ursprung vorhanden war, wenn die zuerst entstandene organisierte Substanz oder die heute noch entstehende überall gleichartig ist, so könnte sie doch vermöge ihrer ausgiebigen Variabilität sich sehr bald in verschiedene Formen differenzieren, die dann mit geringerer Variabilität behaftet waren und deswegen sofort in ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis zueinander traten. Dadurch dokumentierten sich die ersten altruistischen Beziehungen, die durch die weitere Differenzierung und Entwicklung immer komplizierter wurden, bis sie das

1) Neolamarckismus. Jena 1903. S. 12.

Digitized by Google

kaum noch zu entwirrende Netz der heutigen gegenseitigen Verhältnisse darstellten, in denen sich Pflanzen und Tiere untereinander und zu der anorganischen Umgebung befinden.

Da die ganze Entwicklung uns zeigt, dass die einfachen Lebewesen die älteren, die komplizierteren die jüngeren sind, so ist folgerichtig angenommen worden, dass die höher differenzierten Formen sich aus den einfacher differenzierten entwickelt haben, dass die Polyplastiden aus den Monoplastiden hervorgingen. Da die Veränderungen, die sich nun weiter an diesen Urformen vollzogen, schliesslich dahin tendierten, dass die Fortpflanzung an bestimmte Bestandteile der Lebewesen geknüpft war, die man als Fortpflanzungszellen bezeichnet, so wurde die Variabilität und damit die Weiterentwicklung auf die Umwandlung dieser Fortpflanzungszellen beschränkt. Sollte eine neue Form entstehen, so konnte das nur durch eine Einwirkung auf diese Fortpflanzungszellen vor sich gehen.

Die altruistischen Beziehungen zwischen den Zellen und Organen der Polyplastiden liessen erkennen, dass eine Einwirkung von den Geschlechtszellen auf den übrigen Körper vorhanden ist, sie liessen aber auch mit Sicherheit schliessen, dass auch umgekehrt eine Einwirkung von den Körperzellen auf die Geschlechtszellen anzunehmen ist. Diese letztere Beziehung ist nicht so zu denken, dass von bestimmten Körperstellen aus ganz bestimmte und determinierte Stellen der Geschlechtszellen getroffen werden, sondern dass diese mehr im allgemeinen beeinflusst werden, so dass die in ihnen als prospektive Potenz enthaltenen und zufällig labilen Eigenschaften verändert werden. Dass so etwas möglich ist, zeigt ganz besonders die Pathologie des Menschen. Ein charakteristisches Beispiel sieht man an den Kretins. Wenn Menschen in eine Kropfgegend ziehen, so können sie zwar selbst schon einen Kropf bekommen, sie können auch an einer Kachexia strumipriva erkranken, aber sie werden nicht zu typischen Kretins. Erst die Kinder solcher Leute können Kretins sein. Wären Kretins zufällig eine vorteilhafte Variation und stellten sie nicht, wie es tatsächlich der Fall ist, eine Verschlechterung dar, so würde daraus eine neue Art entstehen können.

Je häufiger Gelegenheit gegeben ist für eine Einwirkung auf die Generationszellen, um so mehr muss die Möglichkeit einer

Digitized by Google

Umwandlung der Art wachsen. Daraus ergibt sich, dass bei allen denjenigen Lebewesen, bei denen sich die Generationen schnell aufeinander folgen, die Möglichkeit einer Umwandlung grösser ist als bei denjenigen, die eine langsame Generationsfolge haben. In 100 Jahren folgen sich z. B. 3 bis 4 Menschengenerationen und in eben dieser Zeit folgen sich z. B. 1000 bis 1200 Kaninchengenerationen. Letzteres Tier hat also in 100 Jahren 3 bis 400mal häufiger Gelegenheit zu variieren als der Mensch. Wo eine Differenzierung in Geschlechter stattgefunden hat und die beiden Geschlechter in verschiedenem Alter zur Fortpflanzung gelangen, treten wiederum Modifikationen in diesem Prozess auf. Wenn man annimmt, dass die Frauen durchschnittlich mit 20 Jahren, die Männer durchschnittlich mit 30 Jahren zur Fortpflanzung gelangen, so würden in der weiblichen Linie in 100 Jahren 5 Generationen auftreten, in der männlichen Linie nur 3 Generationen. Die Frauen würden also beinahe doppelt so häufig imstande sein, ihre Eigenschaften zu vererben als die Männer, und die Möglichkeit zu einer Variation würde in der weiblichen Linie fast doppelt so gross sein als in der männlichen Linie. Wenn jedoch angenommen wird, dass in der weiblichen Linie annähernd gleich viel männliche wie weibliche Individuen erzeugt werden, so würden die durch die Variabilität entstehenden Veränderungen sich in gleicher Weise auf das männliche wie auf das weibliche Geschlecht fortpflanzen und dadurch der verstärkte Einfluss, der auf die weiblichen Geschlechtszellen ausgeübt wird, sich auf beide Geschlechter gleichmässig verteilen. Dadurch würde das weibliche Individuum einen grösseren Einfluss auf die Umwandlung der Arten besitzen als das männliche.

Die natürliche Zuchtwahl wird von fast allen Forschern in ihrer Bedeutung als sehr überschätzt angesehen. Nach den früher hier angestellten Betrachtungen, glaube ich, sehr mit Unrecht. Wie im ersten Kapitel auseinandergesetzt wurde, beruhten diese Gründe für die Missachtung der natürlichen Zuchtwahl darauf, dass man erstens glaubte, die natürliche Zuchtwahl könne nur Nützliches schaffen, zweitens, dass man über die altruistischen Beziehungen in Unkenntnis war und sie mit Korrelation vielfach verwechselte, drittens darauf, dass man durch die natürliche Zuchtwahl die ersten Anfänge einer nützlichen Eigenschaft nicht erklären zu können

Digitized by Google

glaubte. Ich habe im Anschluss an viele andere Autoren auseinandergesetzt, dass die natürliche Zuchtwahl durchaus nicht zwingt, anzunehmen, dass nur Nützliches gebildet werde. Das Gleichgiltige wird allerdings nicht durch die natürliche Zuchtwahl hervorgerufen, aber wohl zugelassen. Schädlich ist zunächst nichts, was entsteht, aber dadurch, dass Veränderungen in der Umgebung eintreten können, können Eigenschaften, die ursprünglich nützlich oder gleichgiltig waren, schädlich werden. Auf altruistischem Wege entstandene Eigenschaften können auch von vornherein schädlich sein. Der Begriff des Schädlichen existiert ebenso wenig wie der des Nützlichen an und für sich, sondern immer nur als relativer Begriff, nämlich in Beziehung auf das Verhältnis des Individuums zu seiner Umgebung.

Dadurch, dass eine ursprünglich durch Zuchtwahl als nützlich gebildete Eigenschaft durch die Veränderung der Umgebung schädlich wurde, erlangte sie neuen Selektionswert und dadurch erneuten Einfluss auf die Anpassung. Durch altruistische Beziehung mussten infolgedessen neue kollaterale und altruistische Veränderungen auftreten, die wiederum nützlich oder schädlich sein konnten und so auf die Veränderung, die auf der Basis bestehender Variabilität möglich war, einwirken. Die altruistischen Beziehungen zwischen Körper- und Generationszellen ermöglichen es auch, dass äussere Einwirkungen auf das Keimplasma übertragen werden können und labile Zustände in denselben umgestalten. Es ist richtig, dass die natürliche Zuchtwahl als solche keine neuen Eigenschaften erzeugt, auch nicht die Ursache der Variabilität ist. Aber wenn die organisierte Substanz als variabel von Hause aus angenommen wird, so genügt die Aufhebung der Hemmungen für die Variabilität in dem Keimplasma durch äussere Umstände, um die Variabilität und damit die tatsächlichen Veränderungen hervorzurufen. Es können aber nicht direkte Reize Variabilität oder Variationen erzeugen, und darauf beruht die Schwierigkeit ihrer experimentellen Prüfung. Die Domestikation hat uns ein Mittel an die Hand gegeben, die Hemmungen aufzuheben und dadurch zahlreiche Variationen zuzulassen. Sie ist bisher das einzige in dieser Richtung gelungene Experiment. Die natürliche Zuchtwahl, die ein Resultat der Beziehungen des Lebens

Digitized by Google

zu der äusseren Umgebung ist, erscheint dadurch als eins der wichtigsten Grundprinzipien für die Entstehung neuer Arten und ist damit wieder in die ihr von Darwin zugeschriebene Bedeutung eingesetzt.

Wenn Kassowitz[1]) sagt: „Wir haben darauf hingewiesen, dass der Untergang ganzer Rassen und Arten, welche an die äusseren Bedingungen schlecht angepasst waren, als ein sicherer Beweis für die Ohnmacht der Individualselektion angesehen werden kann", so kann man dieser Anschauung keineswegs zustimmen. Die in der oben angedeuteten Richtung beigebrachten Tatsachen widersprechen direkt dieser Anschauung Kassowitz' und zahlreicher anderer Forscher, die sich neuerdings gegen das Darwinsche Selektionsprinzip gewendet haben. Ich stehe vielmehr ganz auf dem Standpunkt derjenigen, die das Darwinsche Selektionsprinzip als eines der wichtigsten für die Entwicklung der Arten und für die Entstehung der Form der gesamten Lebewelt betrachten, und ich finde mich da in Uebereinstimmung nicht nur mit zahlreichen Biologen, sondern auch ganz besonders mit Philosophen wie Boltzmann und Mach, von denen letzterer sagt[2]): „Die eben bezeichnete Ansicht erhält sofort eine breite Grundlage und wird von neuen Seiten aufgeklärt, wenn man, den Anregungen der Darwinschen Theorie folgend, das ganze psychische Leben, die Wissenschaft eingeschlossen, als biologische Erscheinung auffasst, die Darwinsche Vorstellung vom Kampf ums Dasein, von der Entwicklung und Auslese auf dieselbe anwendet. Diese Ansicht ist untrennbar von der Annahme, dass alles und jedes Psychische physisch fundiert, bestimmt sei."

Für das eigentliche Lamarcksche Prinzip ist in diesen ganzen Betrachtungen kein Raum. Es wurde ausführlich gezeigt, dass bisher in Wirklichkeit kein einziger Fall beobachtet wurde, der die Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften bewiese. Es geht aber weiter aus diesen Betrachtungen hervor, dass zum Verständnis der Entstehung der lebenden Welt eine solche Annahme garnicht

1) Allgemeine Biologie. Bd. II. Wien 1899. S. 153.

2) Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen. Jena 1906. S. 41.

Digitized by Google

notwendig ist und dass sich auch vom theoretischen Standpunkt aus zahlreiche Einwendungen dagegen machen lassen. Allein durch die Vermittelung der Geschlechtszellen resp. des Keimplasmas ist die Möglichkeit weiterer Umwandlung gegeben. Das Keimplasma aber kann niemals in irgend einer Richtung spezifisch beeinflusst werden, sondern die Veränderung kann nur dadurch auftreten, dass labile Bestandteile in demselben veranlasst werden, ihre Variationsfähigkeit zu dokumentieren, und das geschieht immer in der Weise, dass die Hemmungen für die Variabilität aufgehoben werden. Man darf also anerkennen, dass wohl eine Vererbung erworbener Eigenschaften möglich ist, aber nicht eine spezifische Vererbung somatisch erworbener Eigenschaften. Auch die Summierung der Reize im Laufe von Generationen hat sich als unerwiesen und geradezu als unrichtig herausgestellt. Damit fällt auch der ganze Begriff der erblichen Fixierung erworbener Eigenschaften, im Laufe langer Zeitperioden durch äussere Einflüsse hervorgebracht, in sich zusammen. Scheinbar neue Eigenschaften, die in die Erscheinung treten, sind entweder von vornherein in gleicher Weise vererbbar, oder sie variieren so lange, bis sie eine den äusseren Umständen bestmöglichst angepasste Form angenommen haben, in der sie dann so lange verharren, bis die äusseren Umstände sich wiederum ändern.

Damit eine Selektion stattfinden kann, bedarf es einer möglichst umfangreichen Kontaktwirkung der Lebewesen mit der äusseren Umgebung. Die Variabilität ist aber nicht nur der Art nach, sondern auch individuell verschieden. Damit also die Variabilität in die Erscheinung treten kann und Variationen entstehen, bedarf es nicht nur einer möglichst weiten Verbreitung der einzelnen Arten, sondern auch einer möglichst grossen Individuenzahl. Auf diesen Punkt hat Darwin einen besonderen Wert gelegt, dem er wiederholt Ausdruck gibt. So sagt er z. B. ausser an vielen anderen Stellen in der „Entstehung der Arten“ S. 71: „Wir haben gesehen, dass es die am besten gedeihende und herrschende Spezies der grösseren Sippe in jeder Klasse ist, die im Durchschnitt genommen am weitesten variiert.“ Es versteht sich, dass zwischen dieser Variabilität und der grossen Zahl einer Art an und für sich ein innerer Zusammenhang nicht besteht, vielmehr beruht derselbe nur darauf, dass, je mehr Individuen vorhanden sind, um so mehr auch die

Digitized by Google

Wahrscheinlichkeit besteht, dass unter ihnen besonders variierte sich befinden, d. h. solche, die möglichst weit von dem Durchschnitt abweichen und dadurch sich für neue Verhältnisse als geeigneter erweisen können als der Durchschnitt. Die Queteletsche Kurve verschiebt sich durch veränderte äussere Bedingungen nach rechts oder nach links. Es bedarf aber auch, worauf ebenfalls Darwin hingewiesen hat, einer möglichst grossen Verbreitung, damit die Einzelindividuen möglichst verschiedenen äusseren Bedingungen ausgesetzt sind, die auf sie einzuwirken imstande sind und zwar nicht bloss in selektorischem Sinne, sondern auch in dem, dass dadurch die labilen Eigenschaften im Keimplasma beeinflusst werden.

Auf diese Weise kann also die starke Vermehrung der Individuen einer Art, die Entstehung von Epidemien, das Auftreten neuer Variationen indirekt beeinflussen.

Wenn nun aber die grosse Zahl der Einzelindividuen weiter von Bestand wäre, so müsste das durch die Panmixie wieder zu einem Ausgleich führen, und die neuen Variation könnten wieder verschwinden. Da jedoch diese veränderten äusseren Bedingungen nur einen Teil der entstandenen neuen Variationen gute Lebensbedingungen abgeben, so muss eine Reduktion der Individuenzahl eintreten, die unter Umständen sehr bedeutend sein kann. Bei zweigeschlechtlich sich fortpflanzenden Lebewesen hat diese Reduktion den weiteren Vorteil, dass die günstig variierenden Individuen sich zur Fortpflanzung leichter auffinden können, sodass die Panmixie ausgeschaltet und die Selektion verschärft wird.

Nehme man als Beispiel an, dass es für das Menschengeschlecht von Vorteil wäre, 6 Finger statt deren 5 zu besitzen, so würden alle die Menschen mit 6 Fingern gegenüber denjenigen mit 5 Fingern sich in einer besseren Lage befinden. Das Vorkommen der Sechsfingrigkeit ist zwar ein absolut häufiges, aber die einzelnen Individuen verschwinden in der grossen Masse. Wenn die fünffingrigen Menschen infolge ungünstigerer Lebensbedingungen aussterben, so würden die sechsfingerigen zusammenrücken können, um, wenn auch mit häufigem Rückschlag auf die Fünffingrigkeit, eine neue Art entstehen zu lassen. Wenn Darwin sagt[1]: „Selten-

1) Entstehung der Arten. S. 124.

Digitized by Google

werden ist, wie die Geologie uns lehrt, Anfang des Erlöschens", so ist das nur in dem Sinne zutreffend, dass bei Individuen, deren Art bereits im Aussterben begriffen ist, das Seltenwerden als eine Erscheinung dieses Aussterbens auftritt.

Dass eine solche Reduktion tatsächlich eingetreten ist, scheint mir aus dem Umstand hervorzugehen, dass Uebergänge zwischen zwei Arten so ausserordentlich selten gefunden werden. Wie bekannt ist, hat sich Darwin schon die grösste Mühe gegeben, diese Tatsache einleuchtend zu erklären. Er sagt z. B.[1]): „Während der Erhebungszeiten wird die Ausdehnung des Landes und der angrenzenden seichten Meeresstrecken vergrössert, und werden oft neue Arten von Wohnorten gebildet. Alles für die Bildung neuer Arten und Varietäten, wie früher bemerkt wurde, günstige Umstände; aber gerade während dieser Periode bleiben Lücken im geologischen Berichte. Während der Senkung dagegen nimmt die bewohnte Fläche und die Anzahl der Bewohner ab, daher während der Senkung nicht nur mehr Arten erlöschen, sondern auch weniger Arten und Varietäten entstehen. Und gerade während solcher Senkungszeiten sind unsere grossen fossilienreichen Schichtenmassen abgelagert worden. Man möchte sagen, die Natur habe die häufige Entdeckung der Uebergangs- und verkettenden Formen erschweren wollen". Und weiter[2]): „Zunächst aufeinander folgende Formationen sind gewöhnlich durch ungeheure leere Zeiträume voneinander getrennt, denn Fossilreste führende Formationen, mächtig genug, um späterer Zerstörung zu widerstehen, können meistens nur da gebildet werden, wo dem in Senkung begriffenen Meeresgrund viele Sedimente zugeführt werden. In den damit abwechselnden Perioden von Hebung oder Ruhe wird das Blatt der Schöpfungsgeschichte in der Regel weiss bleiben. Während dieser letzten Periode wird wahrscheinlich mehr Veränderung in den Lebensformen, während der Senkungsperiode mehr Erlöschen derselben stattfinden." Simroth, der ebenfalls eine Erklärung für dieselben Tatsachen sucht, sagt[3]): „Man darf sich vielleicht fragen, ob nicht

1) Entstehung der Arten. S. 321.
2) Ebenda. S. 437.
3) Entstehung der Landtiere. Leipzig 1901. S. 230.

Digitized by Google

manche oder die meisten der Lücken dadurch zu erklären sind, dass die Zwischenformen, unter dem Einfluss des Landes erzeugt, dem Meere entrückt wurden und uns dadurch sowohl als Fossilien, wie in ihrem bis zur Gegenwart fortlaufenden Bestande verloren gingen, denn die Bedingungen des Landlebens haben vermutlich stärkere Wandlungen durchgemacht als in der See". Darwin wird schliesslich hauptsächlich zu der Ansicht geführt, dass die Lückenhaftigkeit auf unsere unzureichende Kenntnis der paläontologischen Denkmäler zurückzuführen sei. Er sagt z. B.[1]): „Ich für mein Teil betrachte den natürlichen Schöpfungsbericht als eine Geschichte der Erde, unvollständig erhalten und in wechselnden Dialekten geschrieben, wovon aber nur der letzte, bloss auf einige Teile der Erdoberfläche sich beziehende Band auf uns gekommen ist. Doch auch von diesem Band ist nur hier und da ein kurzes Kapitel erhalten, und von jeder Seite sind nur da und dort einige Zeilen übrig". Seit Darwins Zeiten sind unsere paläontologischen Kenntnisse wesentlich erweitert und eine grosse Menge von Zwischengliedern aufgefunden worden. Ganze Stammbäume, z. B. diejenigen der Pferde und anderer Huftiere liegen klar vor uns. Aber gerade die eigentlichen Uebergangsformen wurden nur ausserordentlich selten an wenigen Orten und nur in einzelnen Exemplaren aufgefunden, während die guten Arten immer in grossen Mengen und oft über weite Strecken verbreitet waren. Darwin erkennt es schliesslich auch noch an, dass die wenigen Uebergangsformen, die wirklich gefunden wurden, viel seltener sind als die ausgesprochenen Varietäten und guten Arten, und er sagt[2]): „Ebenso scheint es nach den Belehrungen, die ich den Herren Watson, Asa Gray und Wollastone verdanke, dass gewöhnlich, wenn Mittelvarietäten zwischen zwei anderen Formen vorkommen, sie der Zahl nach weit hinter jenen zurückstehen, die sie verbinden". Eine ähnlich wichtige Betrachtung macht Carneri[3]): „Nur Uebergangsformen sind zu grösseren Umgestaltungen geeignet,

1) Entstehung der Arten. S. 341.
1) Entstehung d. Arten. S. 202.
2) Sittlichkeit u. Darwinismus. 1903. S. 58.

Digitized by Google

und darin liegt auch der Grund ihres rascheren Verschwindens". Aus den Angaben Carneris geht nicht deutlich hervor, ob er diese Behauptung nicht vielleicht nach Huxley zitiert. Ich habe jedoch bei diesem eine solche Aeusserung nicht auffinden können. Schliesslich möchte ich hier auch noch Weismann zitieren, der die Reduktion der Individuen als die Ursache einer schnelleren Variation anführt. Aus meinen Betrachtungen ergibt sich, wie ich glaube, dass die Reduktion der Individuen nicht die schnelle Variation verursacht, sondern dass beides Vorgänge sind, die aus gleichen Ursachen entspringen, gleichzeitig in die Erscheinung treten. Darwin sagt[1]): „Wenn wir eine Art in der Mitte einer Formation zum erstenmal auftreten sehen, so würde es äusserst übereilt sein, zu schliessen, dass sie nicht irgendwo anders schon länger existiert haben könne, ebenso wenn wir eine Art schon vor den letzten Schichten einer Formation verschwinden sehen, würde es übereilt sein, anzunehmen, dass sie schon völlig erloschen sei". Das ist zweifellos richtig, widerspricht aber nicht der hier vorgetragenen Meinung.

Ich glaube, dass dieses seltene Auffinden von Uebergangsformen, und dass diese auch immer nur in einzelnen Individuen bekannt wurden, nicht zufällig ist, vielmehr dass das in den hier angeführten Betrachtungen seine Erklärung findet. Die Zahl der Individuen musste abnehmen, wenn andere Bedingungen in der Umgebung auftraten, die neue Variationen zuliessen. Diese Variationen waren nur z. T. erhaltungsfähig. Die Variabilität irrte vielmehr nach allen Richtungen umher und führte vielfach zu Arten, die bald wieder verschwanden, aber auch zu solchen, die sich schliesslich erhielten und wieder zu grösserer Individuenzahl anwuchsen. Damit stimmt auch die Tatsache wohl überein, dass immer zu Ende einer geologischen Periode die Zahl der Individuen abnimmt und dass in Uebergangsschichten von einer Periode zur anderen nur sehr spärliche Fossilien gefunden werden. Je näher uns diese Perioden zeitlich liegen, d. h. je grösser die Aussicht auf eine vollkommene Erhaltung der Fossilien vorhanden ist, um so deutlicher tritt uns diese Tatsache entgegen.

1) Entstehung d. Arten. S. 322.

Digitized by Google

Will man die Neanderthalrasse als einen Uebergang betrachten von einer niederen Tierrasse zum Menschen, so könnte man auch sie als Beispiel für diese Anschauung anführen und weiter zur Unterstützung dieser Meinung sagen, dass, wie in Spy, nebeneinander zwei Individuen derselben Rasse gefunden wurden, die voneinander nicht unwesentlich abwichen und die daher eine besondere Variabilität der Neandertalrasse beweisen.

Man nimmt vielfach an, dass die Umwandlung der Arten auf der ganzen Erde annähernd gleichzeitig erfolgte. So sagt auch Darwin[1]): „Kaum ist irgend eine andere paläontologische Entdeckung so überraschend als die Tatsache, dass die Lebensformen einem auf fast der ganzen Erdoberfläche gleichzeitigen Wechsel unterliegen. So kann unsere europäische Kreideformation in vielen entfernten Weltgegenden und in den verschiedensten Klimaten wieder erkannt werden, wo nicht ein Stückchen Kreide selbst zu entdecken ist, so nämlich in Nord- und im tropischen Südamerika, am Kap der guten Hoffnung und auf der ostindischen Halbinsel, weil an diesen entfernten Punkten der Erdoberfläche organische Reste gewisser Schichten eine unverkennbare Aehnlichkeit mit denen unserer Kreide besitzen". Ich glaube, dass hier eine irrtümliche Voraussetzung gemacht wird, nämlich die, dass die Tierwelt, die wir der Kreideformation zuschreiben, an allen Teilen der Erde gleichzeitig entstanden sei. Ein Teil der Erde kann sich im Zustand der Kreideformation befunden haben, während ein anderer Teil sich in einer ganz anderen Epoche befand. Wir beurteilen ja die Formationen zum grossen Teil nach den in ihnen enthaltenen Fossilien. Wenn man später z. B. einmal die heute entstehenden Ablagerungen Australiens untersuchte und würde darin ausschliesslich Marsupialien und Didelphen finden und würde sie vergleichen mit den Schichten Europas, so würde man zu dem irrtümlichen Schlusse kommen, dass die Schichten Australiens viel ältere sein müssten als die Europas, wegen der ursprünglicheren Tierwelt, die dieselben aufweisen. Ich glaube in der Tat, dass die paläontologischen Funde über das gleichzeitige Vorkommen ähnlicher Lebewesen in verschiedenen Weltgegenden nur sehr

1) Entstehung d. Arten. S. 352.

Digitized by Google

wenig aussagen in bezug auf die absolute Zeitbestimmung, und dass man die dahin gemachten Angaben nur mit grösster Vorsicht aufnehmen darf, nämlich nur in denjenigen Fällen, wo die Schichtenbestimmung auch noch aus anderen Gründen möglich ist, als durch das Vorkommen identischer Fossilien.

Nachdem die frühere Katastrophentheorie durch Lyell beseitigt war, nahm man in der Regel eine gleichmässig fortschreitende Entwicklung der Erdoberfläche an, deren Umgestaltung wesentlich durch allmähliche Senkung oder Erhebung des Landes, durch Veränderung der Temperatur, des Feuchtigkeitsgehaltes und der Kohlensäure der Luft bewirkt wurde. Daraus hat man die Vorstellung gewonnen, dass auch die Umgestaltung der Lebewelt eine gleichmässige und allmähliche gewesen sei, obwohl auch dieser Anschauung die Schichtenbildung mit dem zahlreichen Vorkommen bestimmter Arten und das Fehlen von Uebergangsarten widersprach. Ich glaube in der Tat, dass, wenn auch die terrestrischen Umwandlungen allmählich und gleichmässig vor sich gingen, man doch aus den Tatsachen ableiten darf, dass für die Lebewesen kürzere Perioden der Umwandlung mit längeren der Konstanz abwechselten, und zwar leite ich diese Meinung wesentlich aus folgenden Betrachtungen ab. Mit gewissen Ausnahmen, die durch schnell wieder verschwindende Arten charakterisiert sind, gestattete die durch die Selektion hervorgebrachte Anpassung der Lebewesen eine gewisse Akklimatisationsbreite. Geringfügige Veränderungen der Umgebung genügten für die Mehrzahl derselben nicht, um sie in der einmal angenommenen Form existenzunfähig zu machen. Das Beharrungsvermögen der Arten musste erst überwunden werden, und erst wenn die Umgebung so weit abgeändert war, dass die einmal bestehenden Formen nicht mehr zu existieren vermochten, entwickelte sich die Umwandlung in der vorher angedeuteten Weise und zwar in schnellerer Folge aufeinander, bis wieder Formen von genügender Akklimatisationsfähigkeit entstanden waren. Man sagt gewöhnlich, dass, so weit die moderne Geschichte zurückführt, eine Abänderung nicht eingetreten sei. Ganz besonders wird diese Behauptung von der Beobachtung am Menschen abgeleitet. Die ältesten Funde von Menschenresten scheinen das zu bestätigen. Mit Ausnahme der Neandertalrasse

Digitized by Google

stimmen sie vollkommen mit den heutigen Menschen überein. Wenn wir auch von diesen uralten Funden nichts weiter kennen als das Knochensystem, und uns die Kenntnis der Weichteile vollkommen fehlt, so kann man doch im allgemeinen dieser Anschauung zustimmen. Wenigstens besteht kein Umstand, der uns veranlassen könnte, für die Weichteile an diesen mit der Jetztzeit vollkommen übereinstimmenden Knochenresten wesentliche Differenzen von der Jetztzeit anzunehmen. Wir können aber auch mit Sicherheit sagen, dass die Identität der früheren Menschen mit den bestehenden noch viel weiter zurückreicht als die Knochenfunde, und zwar auf Grund der Tradition. Gebräuche, Sage und Religionen reichen weit über die ältesten Knochenfunde zurück. Nun hat man gesagt, dass die Umwandlung so langsam geschehe, dass selbst eine so lange Spanne Zeit, wie die Tradition zurückreicht, im Verhältnis zu den ungeheuer langen Zeitperioden, die verstreichen müssen, um eine Umwandlung hervorzurufen, nur einen Moment bedeutet, in dem uns alles still zu stehen scheint. Wenn wir aber einmal zahlengemäss feststellen wollen, wieviel Jahre diese Tradition zurückreicht, so kommen wir doch mindestens zu 40000—100000 Jahren.

In der deutschen Mythologie finden sich zahlreiche Angaben, die unzweifelhaft erkennen lassen, dass das Gedächtnis der Völker bis in die Eiszeit zurückreicht, so z. B. bei der Sage von der Entstehung der Riesen. Noch deutlichere Spuren dieser Art enthält der Zend-Avesta. Es steht darin folgender bemerkenswerter Passus: „Und Ahura mazda sprach zu Yima und sagte: Yima, du edler Sohn des Viraughat! Auf die Körperwelt werden verderbliche Winter fallen, sie werden grimmen, schlimmen Frost bringen; auf die Körperwelt werden verderbliche Winter fallen, die werden Schnee bringen; selbst ein Aredvi (14 Finger) tief auf den höchsten Bergspitzen. Und alle drei Arten der Tiere werden umkommen, die, welche in der Wildnis leben, und die, welche auf den Bergspitzen leben, und die, welche in den Talschluchten leben im Schutze von Ställen . . . . . Deshalb mache du eine Vara so lang wie eine Rennbahn auf jeder Seite des Vierecks und dahinein bringe die Samen von Schafen und Ochsen, von Menschen, Hunden, Vögeln und roten brennenden Feuern“. Hier ist nicht nur ein deutlicher Hinweis auf die Eis-

Digitized by Google

zeit vorhanden, sondern auch eine auffällige Aehnlichkeit mit der Sintflutsage der Bibel. Tilak[1]) sucht aus dem Veda und Avesta nachzuweisen, dass der ursprüngliche Sitz der Menschheit und der Indogermanen im Speziellen nahe dem Nordpol gewesen sei. Ich glaube, dass diese Schlussfolgerung nicht notwendig ist, und dass alle die von ihm zitierten Stellen auf eine Erinnerung der Völker an die Eiszeit hindeuten. In den Traditionen fast aller Völker finden sich solche Erinnerungen, von denen Mach ganz richtig sagt: „Die Sintflutsage der hebräischen Bibel ist, wie aus vielen gemeinsamen Einzelheiten hervorgeht, der älteren babylonischen Sage nachgebildet. Die weite Verbreitung analoger Sagen rührt aber daher, dass dieselben überall fast notwendig entstehen". Bei Tyler[2]) finde ich folgendes Beispiel der Tradition eines zentralamerikanischen Stammes über die Einwanderung aus dem Norden angeführt: „Sie wanderten von Sonnenaufgang aus, aber es ist nicht klar, wie sie über die See gelangten. Sie gingen vorwärts, als ob es keine See gegeben hätte, denn sie gingen über zerstreute Felsen und diese Felsen waren auf Sand gerollt. Deshalb nannten sie den Ort gereihte Steine und aufgewühlter Sand, welchen Namen sie ihm gaben während ihres Zuges in der See, indem das Wasser geteilt war, während sie durchgingen. Dann sammelte sich das Volk auf einem Berge genannt Chi Pixab und dort fasteten sie in Dunkelheit und Nacht". Man wird hierin eine vollständige Analogie zum Zuge der Juden durch das Rote Meer und ihre Rast am Berge Sinai erkennen. In der nordischen Heimdall-Sage heisst es, dass während Sköld Borgers Zeit die Welt sich sehr verschlechtert hatte und dass gegen Ende derselben Balders, des Lichtgottes Tod eintrat. Der schreckliche Fimbal-Winter kam, und Gletscher und Eis bedeckten die bis dahin bewohnten Lande. Aus diesen Traditionen kann man schliessen, dass die Erinnerung der Völker sehr weit zurückreicht und dass sich die Gedankenrichtung der damaligen Menschen in ähnlichen Bahnen bewegt haben muss wie diejenige der heutigen.

Die Zeichnungen, die in französischen Höhlen vom Mammut

1) The artic home in the Vedas, being also a new key to the interpretation of many Vedix texts and legends. Poona u. Bombay 1903.

2) „Urgeschichte" S. 387.

Digitized by Google

und vom Rentier gefunden wurden, zeigen aufs deutlichste, dass in jener Zeit die Menschen schon im Prinzip genau so empfanden und auffassten wie in der Jetztzeit. Bei allen Konzessionen, die man der Dauer von Erdperioden machen will, scheint es mir nun doch nicht anzugehen, eine Zeit von 40 000 oder 100 000 Jahren als einen Moment aufzufassen. Ich betrachte vielmehr diese Zeit als eine Ruhezeit, in der tatsächlich wesentliche Umwandlungen wenigstens am Menschengeschlechte nicht stattgefunden haben. Eine Umwandlung müsste notwendigerweise die Kontinuität des gegenseitigen Verständnisses aufgehoben haben. Historische Perioden, d. h. solche, in denen die Menschen noch ein Verständnis für das haben, was vor noch so langer Zeit vor sich gegangen ist, sind zweifellos nur dann möglich, wenn eine wesentliche Aenderung nicht eingetreten ist. Jede Aenderung müsste das Verständnis ebenso aufheben, wie es zwischen den Menschen und den übrigen Tieren aufgehoben ist, und sich nur auf allgemeine gröbere animalische Vorgänge beschränken. Jede kurze Uebergangsperiode der in die Erscheinung tretenden Variabilität bedeutet eine Unterbrechung der Traditionen. Jede langdauernde Periode der Konstanz stellt einen in sich abgeschlossenen historischen Abschnitt der Weltgeschichte dar.

Diese historischen Perioden decken sich aber nicht mit den geologischen. Sie greifen nicht nur ineinander über, sondern sie lassen sich ausschliesslich für einzelne Tier- und Pflanzenarten abgrenzen. Man kann also nicht von historischen Perioden generell sprechen, sondern immer nur in bezug auf eine bestimmte Art. Daraus ergibt sich der Artbegriff selber, der sich infolgedessen darstellt als die Zahl der Individuen, die in einer für ihre Form konstanten Periode sich befinden. Ob die Variationsperioden mit den de Vriesschen Mutationsperioden übereinstimmen, hängt im wesentlichen davon ab, welche Anerkennung man der Bedeutung dieser Mutationen an und für sich zuschreiben will. Dass ich aber hier auf einem anderen Wege zu einem ähnlichen Gedankengange wie de Vries gekommen bin, geht daraus hervor, dass dieser Forscher sagte[1]): „Die Mutationsperioden müssen nach

1) Naturforscher-Versammlung in Hamburg 1901.

Digitized by Google

geologischen Begriffen meist kurz gewesen sein und voneinander durch lange Zeiträume getrennt, in denen die betreffenden Typen ohne irgend welche Veränderungen in völliger Konstanz fortleben; immutable Zeiten wechseln also mit kurzen Perioden der Mutation". Auch Nägeli[1]) war früher schon ebenfalls auf einem anderen Wege zu gleichen Resultaten gekommen, denn er sagt S. 184: „So vergeht auch eine gewisse Zeit, bis die Spannung, welche eine werdende Anlage im Idioplasma verursacht, hinreichend aktiv geworden ist, um die Widerstände zu überwinden und manifest zu werden. Daher geschieht die phylogenetische Veränderung der Organismen im allgemeinen sprungweise, indem auf eine Zeit der Ruhe eine rasche äussere Umwandlung erfolgt". Nägeli ging aber noch von der Voraussetzung aus, dass die Variabilität durch direkte äussere Reize hervorgebracht werden könnte.

Aus allen diesen Betrachtungen der früheren Kapitel ging die Bedeutung des Altruismus hervor. Die gegenseitige Beziehung der Lebewesen untereinander war massgebend für die phylogenetische und ontogenetische Entwicklung derselben, für ihre Ausbreitung, für die Fixierung ihrer Formen. Das altruistische Prinzip erstreckt sich in alle Details des Lebens und findet deshalb auch in der Gedankenrichtung des Menschen und in den Philosophien seinen Ausdruck. In fast allen Religionen kommen die Gesetze des Altruismus vor, besonders in der buddhistischen, in der jüdischen und in der christlichen. Auch die Lehren Epikurs und der Stoiker gipfeln in der Nächstenliebe. Dasselbe findet sich bei Confuzius, Plato und den Neuplatonikern. Goethe sieht im zweiten Teil des Faust neben dem „strebenden Bemühen" in der einfachen Arbeit für die Allgemeinheit den höchsten Ausdruck menschlicher Vollkommenheit und den einzigen Weg zum Glück.

Ebenso finden wir nun die Gesetze des Altruismus auch tätig bei dem Aussterben der Lebewesen in erster Linie bei dem ontogenetischen Tode, wo die altruistischen Beziehungen zwischen den Keimzellen und dem Soma als das einzig Massgebende für den

1) Theorie der Abstammungslehre. München 1884.

Digitized by Google

physiologischen Untergang des Polyplastidenkörpers erscheinen. Beim Aussterben der Arten ist das altruistische Prinzip zwar nicht ausschliesslich wirksam, aber dennoch von grösster Bedeutung. Der Altruismus ist diejenige Funktion, die von allen ausschliesslich an die lebende Substanz geknüpft ist, mehr als alle übrigen Funktionen, z. B. die der Assimilation, der Bewegung, der Vermehrung, die die lebende Substanz auch mit nichtlebender teilt.

Man hat davon gesprochen, dass die Lebewesen zwei Triebe besitzen, die zu ihren natürlichen Anlagen gehören, die sie zur Ueberwindung aller Hindernisse unter allen Umständen führen und die sie zu allen ihren Handlungen veranlassen. Das sind der Ernährungstrieb und der Geschlechtstrieb. Ich glaube, dass man hier noch einen anderen Trieb hinzufügen muss, das ist derjenige zum Altruismus. Derselbe hängt zwar in gewisser Beziehung mit dem Ernährungs- und Geschlechtstrieb zusammen, stellt aber in seinem Auftreten eine selbständige Erscheinung dar, so dass es nicht genügt, ihn aus den beiden anderen Trieben einfach abzuleiten. Wenn der altruistische Trieb ein einseitiger wäre, lediglich auf den persönlichen Vorteil gestellt, so würde man ihn als von den beiden anderen Trieben abgeleitet auffassen können. Er stellt sich jedoch nicht als ein solcher einseitiger Trieb dar und unterscheidet sich von der Selbstsucht dadurch, dass durch ihn auch Handlungen im Interesse anderer erregt werden. Aus diesen drei Trieben müssen sich alle Handlungen und Aeusserungen der Lebewelt psychologisch erklären und ableiten lassen.

Es wäre weiter die Frage zu diskutieren, ob die heutige Welt an einem gewissen Schlusse angekommen ist, oder ob von der Zukunft noch ein weiterer Fortschritt zu erwarten ist. Die Mehrzahl derjenigen Forscher, die den ersten Standpunkt vertreten, tun dies, wie ich glaube, vom anthropozentrischen Standpunkt aus. Sie betrachten den Menschen als die Krone der Schöpfung. In den meisten Religionen hat der Mensch seinen Gott oder seine Götter nach seinem Ebenbilde geschaffen. Die Philosophie und vor allen Dingen die theologische steht deswegen schon seit alter Zeit ausgesprochen oder unausgesprochen auf dem Standpunkt, dass etwas Höheres als der Mensch nicht geschaffen werden kann. Schon der

Digitized by Google

heilige Augustin sagt: „Es gibt nichts Mächtigeres als dieses Geschöpf, das vernünftiger Geist heisst (sc. Der Mensch) und auch nichts Erhabeneres, denn was höher steht als er, das ist schon der Schöpfer selbst“ (In Joann. Tr. 23. C. 6).

Selbst wenn man sich auf den Standpunkt D. Rosas stellt und annimmt, dass die Variabilität durch ihre fortwährende Abnahme und durch die Aufteilung der Differenzierung schliesslich zu einer Konstanz führen muss, so kann doch der Beweis geliefert werden, dass wir von dieser Konstanz noch weit entfernt sind. Dieser Beweis ergibt sich erstens aus der fortwährend zu beobachtenden Variabilität auch der am meisten differenzierten Pflanzen und Tiere und zweitens daraus, dass die Funktionen der einzelnen Organe und Zellarten nicht einfache sind, sondern komplexe Grössen. Speziell die Variabilität des Menschen wird bewiesen durch die anatomische Betrachtung und ganz besonders durch die Erfahrungen der Pathologie, die uns auf jedem Gebiete zeigen, dass die Variabilität des Individuums und der Rassen eine ungeheure ist. Aber auch wenn die komplexen Funktionen der Zellen aufgeteilt wären und jeder Zellart nur noch eine einzige Funktion im strengsten Sinne zukäme, so würde damit die Variabilität noch nicht erschöpft sein. Dazu kommt, dass von manchen Autoren der Mensch nicht als ein hoch differenziertes und besonders spezialisiertes Wesen betrachtet wird, sondern im Gegenteil als ein solches, das mit einer grossen Menge genereller Eigenschaften ausgestattet ist, die eine weitere Aufteilung gestatten. Ich habe die Tatsache anerkannt, dass mit zunehmender Differenzierung die Variabilität abnimmt. Trotzdem liess ich es dahingestellt, ob die Anschauungen Daniel Rosas richtig seien, dass die Entwicklung der Lebewesen immer mehr zu einer definitiven Konstanz tendiere. Man kann nämlich meiner Meinung nach aus den Tatsachen auch einen anderen Schluss ziehen, nämlich denjenigen, dass das Keimplasma die ursprüngliche Variabilität unverändert beibehalten hat, dass aber die Variabilität abgenommen hat für alle höher differenzierten Teile: bei den einzelligen Wesen für die besonders differenzierten Abschnitte, bei den Polyplastiden für alle somatischen Bestandteile. Die Eigenschaften sind an die einzelnen Organe resp. Zellteile verteilt und halten sich durch ihre altruistischen Beziehungen gegenseitig das Gleichgewicht, so dass

Digitized by Google

dadurch das Auftreten von Varietäten erschwert wird. Diese Erschwerung wird noch weiter befördert durch die Absperrung der Keimzellen in den Polyplastiden von der Aussenwelt, so dass eine direkte Einwirkung auf das Keimplasma nur noch durch Vermittelung der somatischen Zellen möglich ist. Daraus würde sich ergeben, dass wohl ursprünglich organisierte Substanz variabler ist als die einzelnen Organe der heutigen Lebewesen, aber es ist nicht notwendig, den Schluss zu ziehen, dass sie auch variabler war als die heutige Keimsubstanz.

Wir betrachten augenblicklich den Menschen als an der Spitze des Lebens auf der Erde stehend, damit ist aber noch nicht gesagt, dass von ihm aus auch notwendig der weitere Fortschritt ausgehen müsse. Der Mensch selbst kann ein Endprodukt einer langen Kette der Entwicklung sein, und der weitere Fortschritt kann von einer ganz anderen Stelle aus einsetzen. Das geht z. B. aus folgender Betrachtung hervor. Dem Menschen fehlt der Sinn für die Elektrizität, er kann dieselbe nur wahrnehmen, wenn sie als Licht, als Wärme, als Schmerz oder Geschmack erregend, oder als Schallwellen erzeugend in die Erscheinung tritt. Es wäre nun denkbar, dass ein Wesen entstehen könnte, das einen Sinn für die Elektrizität selber besitzt vielleicht in der Art, wie gewisse Tiere elektrische Organe haben. Ein solches Wesen könnte im übrigen alle geistigen Fähigkeiten des Menschen besitzen, müsste aber dann den Menschen ebenso weit übertreffen, wie der Mensch die übrigen Tiere heutzutage übertrifft. Ein solches Wesen könnte mit Erfolg in einen Konkurrenzkampf mit dem Menschen eintreten und würde denselben vielleicht ausrotten oder zu seinem Haustiere degradieren. Daraus würde hervorgehen, dass der Mensch vom theoretischen Standpunkt aus betrachtet nicht als ultima ratio der Tierentwicklung aufzufassen ist.

Wenn man auch nicht auf dem Standpunkt Daniel Rosas steht, der das Ende der Entwicklung und das Ende des Lebens überhaupt aus der immer zunehmenden Differenzierung schliesst, so glaube ich doch, dass man als logisches Postulat annehmen muss, dass das Leben auf der Welt nicht ins Unendliche weitergehen wird. Mir scheint das ebenso notwendig zu sein wie die Annahme einer Generatio aequivoca und folgt unmittelbar aus

Digitized by Google

dieser, denn es ist undenkbar auch in mathematischem Sinn, dass eine Erscheinung, die einen Anfang hat, in die Unendlichkeit weiter fortdauern könne. Der Begriff des Unendlichen erstreckt sich immer nach allen Richtungen. Etwas was anfängt, muss auch irgendwo aufhören. Dadurch dass der Anfang gegeben ist, ist die Endlichkeit erwiesen. Dieser Gedanke, der vielfach ausgesprochen ist, lag schon Lamarck[1]) nahe, indem er sagt: „Die Annahme, dass die Natur ewig sei und dass sie folglich zu jeder Zeit existiert habe, ist für mich ein abstrakter, unbegründeter, unbegrenzter, unwahrscheinlicher Gedanke, mit dem sich meine Vernunft nicht zufrieden geben kann."

1) Zoologische Philosophie. Uebers. Leipzig 1903. S. 198.

Druckfehler.

S. 13: diphyletisch und pluriphyletisch statt diphylletisch und pluriphylletisch.
S. 129: Leuckart statt Leukart.
S. 169 u. S. 204: Tubularien statt Turbellarien.

Digitized by Google

Namenregister.

Allen 112.
Ammon 280.
Anikin 304.
Anutschin 132.
Aristoteles 176.
v. Arnim 301.
Arrhenius 455.
Aymaras 121.
Azara 107.

Bard 35, 46.
Bardeen 204.
Bardeleben 131.
Barfurth 428.
Bartels, Max 93.
de Bary 71.
Bateson 106, 110.
van Beneden 24.
Blaauw 61.
Blumenbach 60.
Boas 115.
du Bois-Reymond 2, 152.
Boll 223.
Bollinger 125, 188, 264.
Boltzmann 17, 227, 228. 461.
Bonnet 47, 133.
Bordet 79,
Boweri 24, 25, 68.
Braun, Alexander 435.
Brodage 45.
Bronn 87.
Brown-Séquard 274.
Bruno s. Giordano Bruno.
Buffon 60, 393.
Buhl 190.
Bunge 2.
Bunsen 210.
Bütschli 2, 3, 16.

Carneri 465.
Casalis 409.
Castle 112.
de Candolle, Alfons 123, 435.
Cesnola 284.
v. Chauvin 313.
Child 204.
Cholodkowsky 394.
Cohn, Ferdinand 455.
Confuzius 472.
Cope 257, 297.
Cunningham 317.
Cuvier 176.

Dahl 10, 73, 85, 249, 456.
Darwin, Charles 1, 8, 9, 16, 17, 58, 59, 60, 65, 67, 68, 69, 70, 76, 80, 91, 93, 94, 103, 105, 106, 108, 117, 119, 121, 123, 124, 134, 135, 136, 140, 141, 147, 148, 149, 150, 161, 163, 164, 176, 178, 179, 190, 193. 207, 211, 216, 222, 223, 225, 229, 234, 236, 242, 251, 278, 284, 287, 293, 294, 302, 328, 330, 358, 368, 381, 386, 447, 457, 461, 463, 464, 465, 466, 467.
Darwin, Erasmus 377.
Demanche 403, 420.
Döderlein 85, 211, 248.
Dofflein 217, 281, 284.
Dorfmeister 317, 318.
Driesch 2, 3, 15, 29, 30, 33, 233, 457.

Echeveria 269.
Ecker, A. 439.
Ehrlich 249, 304.
Eimer 52, 59, 106, 136, 138, 155, 176, 183, 238, 240, 248, 254, 257, 266, 272, 278, 279, 280, 284, 293, 294, 296, 299, 301, 308, 314, 329, 338, 354, 356.
Eismann 130.
Emery 279.
Engelmann 321.
Epikur 472.

Fick 314.
Fischel 25.
Fischer 317, 318, 320.
Fleischmann 297.
Flemming 172.
Flourens 393.
Förster 62.
Fores, D. 121.
Francé 233.
Franz, Viktor 40.
Freund, W. A. 97.
Friedenthal 79, 114.
Frisch 60.

Gaidukow 321.
Garrè 113.
Gärtner 70.
Gentry 107.
Geoffroy St. Hilaire 118, 183, 279.
Giordano Bruno 6.
Göbel, Carl 44, 303.
Göbel 449.
Goethe 9, 183, 260, 279, 472.
Goette 395, 396, 398, 403.
Grawitz 170.

Digitized by Google

Gross 61, 108, 110.
Gruber 388, 389.
Gueyta 133.
Gulick 124.
Gurney 400.

Haacke 21, 29, 94, 127, 129, 133, 136, 149, 176, 177, 178, 238, 240, 257, 259, 262, 272, 273, 278, 280, 308, 314, 327.
Haeckel 1, 43, 157, 176, 239, 257, 398, 452.
Haecker 25.
Hagenbeck 69.
Hagens 62.
v. Hansemann 31, 55, 175, 205, 266, 357.
Hansemann, Gustav 5.
Hansen 300, 321.
Hart, C. 97.
Hartmann, E. v. 2, 233.
Harvey 402.
Hatschek 129, 324.
Helmersen 449.
v. Helmholtz 7, 455.
v. Helmholtz, jun. 120.
Herbst 93, 95.
Hering 305.
Hertwig, O., 3. 20, 21, 23, 24, 25, 26, 45, 53, 56, 129.
Heymons 368.
Hill 274.
Hirschler 428.
His 1, 20, 332.
Huxley 402, 466.

Jaddassohn 81.
Jaeckel 106.
Janicki 115, 395.
Joachimsthal 180.

Iwanoff 69.

Kammerer 313.
Karg 421.
Kassowitz 119, 129, 152, 176, 239, 240, 257, 258, 263, 273, 278, 280, 293, 294, 295, 297, 298, 302, 303, 310, 311, 317, 338, 354, 355, 356, 461.
Keller 109.
Kelvin 455.
Klebs 14, 30 52, 92, 107, 119, 140, 176, 181, 249, 258, 351.
Kleebahn 321.
Kleienberg 276.
Kleine 270.
Kölliker 106.
Koken 88.
Konklin 25.
Korrens 60.
Korsakow 439.
Korschelt 427.
Korschinsky 107.
Kowalewski 89.
Kraepelin 212, 220.
Kralick v. Meierswalden 68.
Kranichfeld 386.
Krehl 203.
Krönig 211.

Lamarck 9, 64, 98, 118, 232, 233, 243, 255, 258, 261, 332, 436, 461, 476.
Lamm 77.
Landois 79.
Lang 68.
Laplace 241.
Leche 311.
Leuckart 129, 394.
Lévi 422.
Linné 58.
Loeb 68, 74, 95, 396, 404.
Löwy 192.
Lotsy 13, 47, 49, 109, 320, 333.
Lotze 394.
Lyell 468.

Mach 7, 152, 202, 235, 245, 338, 461, 470.
Mähnert 280.
Marchand 47, 285, 355.
Marie 197.
Matschie 64, 85.
Maupas 71.
Mendel 60, 61, 68, 76, 112.
Merkel 423.
Metschnikoff 83, 393, 396, 403, 408, 420, 421, 444.
Meyer, H. 1.
Meyer, L., 100.
Michaelsen 218.
Minot 396.
Möbius 61, 65.
Mohl 435.
Möller 216, 270.
Morgan 34, 45.
Moro 211.
Mrazek 115.
Muckermann 90, 294.
Mühlmann 403.
Müller, Fritz 168.

Nägeli 8, 20, 49, 61, 67, 75, 76, 126, 129, 142, 237, 240, 241, 242, 254, 257, 307, 332, 396, 435, 472.
Nehring 13, 14, 63, 115, 275, 295.
Newton 248.
Nielsen 301.
Nill 69.
Nussbaum 35.
Nuttal 79.

Obersteiner 274.
d'Orbigny 121.
Orth 268.
Osborn 249, 257, 297, 447.
v. Otto 182.

Pasteur 455.
Paulecke, W. 29.
Pauly 4, 233.
Pettenkofer 369, 373.
Pfeffer, Gg. 119, 176, 360.
Pflüger 26, 235.
Plate 10, 21, 60, 75, 86, 92, 109, 112, 117, 133, 134, 136, 176, 178, 181, 230, 238, 240, 254, 257, 259, 278, 280, 288, 291, 313, 317, 324, 325, 326, 327, 360, 368, 437, 444, 448.
Plato 472.
Poll 69.
Pontick 38.
Przibram 10, 34, 45, 163, 318, 354.
Pulton 136.

Digitized by Google

Rabl 20, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 324.
Ramsay 456.
v. Rath 25.
Ratheke 347.
Ray 300.
Redi 454.
Reidt 133.
Reinhard 63.
Reinke 3, 6, 227, 230, 233, 244, 247, 258.
Reis 13.
Rhumbler 8, 124.
Ribbert 46, 227, 403, 422, 423.
Richter 192.
Rindfleisch 3, 5.
Rolph 17, 125, 135, 142, 143, 165, 175, 228, 254, 260, 332, 456.
Rörig 193.
Rosa, Daniel 22, 23, 25, 133, 166, 167, 168, 170, 181, 238, 241, 248, 249, 251, 252, 387, 448, 474, 475.
Rössle 24, 423.
Roth 269.
Roux 20, 25, 179, 223, 227, 303, 314, 333, 336, 347, 348, 359, 360, 361.
Rubner 394, 444.
Rückert 25.
Runge 300.
Rütimeyer 257.
Ryder 257.

Sadebeck 126.
Saigo 422.
Sajo 219.
Sanson 133.
Sarasin 86.
Savage 402.
Schallmayer 130, 402.
Schiefferdecker 179.
Schiff, Georgini 449.
Schillings 213, 294.
Schimkewitsch 65, 86, 107, 108, 132, 133, 318.
Schleiden 435.
Schneider, Camillo 4.
Schopenhauer 2.
Schottelius 211.
Schröder 109.
Schübler 301.
Schultz 132.
Schwalbe 136, 349.
Scott 168.
Seidlitz 143.
Semon 312.
Settegast 269.
Sichel 62.
Sidoriak 35.
v. Siemens, Werner 382.
Simroth 44, 87, 88, 125, 134, 208, 238, 261, 291, 292, 320, 323.
Spencer, Herbert 102, 129, 175, 178, 184, 239, 280, 394.
Sprengel 216.
Standfuss 68, 76, 93, 116, 133, 317, 318.
Steinmann 446.
Strassburger 71, 129, 455.
Stricker 373.
Stübel 13.

Thierfelder 211.
Thiersch 424.
Tilak 470.
Tornier 314.
Treub 219.
Tschermak 60, 127.
v. Tschudi 14.
Tyler 470.

Uhlenhuth 79.

Verworn, M. 5, 337.
Virchow 1, 5, 110, 115, 131, 169, 177, 197, 263, 275, 332, 338, 414, 453.
Vogt, Carl 1, 131.
de Vries, Hugo 10, 11, 12, 13, 14, 49, 62, 76, 86, 88, 92, 105, 106, 108, 109, 110, 126, 133, 142, 185, 239, 271, 351, 471.

Wagner 75, 124.
Wallace 285, 302.
Warren 130.
Wasmann 6, 90, 227, 244, 247, 294, 340.
Wassermann 79.
Weigert 197.
Weismann 20, 23, 45, 48, 49, 55, 98, 106, 126, 128, 129, 130, 162, 178, 229, 239, 257, 259, 260, 273, 274, 279, 280, 301, 306, 316, 321, 329, 351, 395, 396, 400, 430, 444, 456, 466.
Werner 286.
Wert 35.
Westphal 274.
Wettstein 11, 14, 29, 257, 258, 278, 300, 302, 321, 333, 361, 457.
Wiedersheim 98, 115, 136, 138, 139.
Wille 301.
Wilms 46.
Wilson 25.
Wolff, G. 3, 234, 280.
Worthmann 314.

Ziegler 24, 62, 108, 119, 137, 190, 257, 274, 279, 292, 456.

Digitized by Google

Sachregister.

Abbrechen der Extremitäten und Lamarckismus 316.
Abbreviation 280.
Addisonsche Krankheit 196.
Adiantum nigrum 126.
Agava americana 436.
Aglia Tau 98.
Akazien, Bewegung der Blätter 312.
Akklimatisation 122.
— Einwirkung auf die Formen 302.
— Einwirkung auf die Geschlechtsorgane 321.
— und funktionelle Anpassung 334.
Akromegalie 197.
Aktivitätshypertrophie 180.
Albinismus 110.
— Unterschied von Leukodermie 111.
Alcana tinctoria 218.
Alloplectus sanguinea 334.
Alpen-Salamander, Versuche, den Lamarckismus betreffend 313.
Alpheus 204.
Alter der Insekten 401.
— des Menschen 401.
— der Pflanzen und Tiere 399.
Altern bei Einzelligen 444.
— bei Tieren 430.
— das ungleichzeitige der Gewebe 423.
Altersatrophie 414.
Altersemphysem 410.
Alterserscheinungen 403.
Alterskachexie als altruistische Folgeerscheinung 432.
— bei niederen Tieren 441.
Alterskrankheiten 403, 407.
Altersstar als Alterskrankheit 412.
Altersveränderungen bei Pflanzen 431.
Altruismus 18, 175.
— Begriffsbestimmung 175.
— und biogenetisches Grundgesetz 224.
— Beziehung zu Epidemien 381.
— als Reiz für funktionelle Anpassung 356.
Altruismus unter Tieren 210.
— zwischen Tieren und Pflanzen 215.
Altruistischer Trieb 472.
Alveolarfortsätze. Altersatrophie derselben 416, 417.
Amblystoma 199, 313.
Ammoniten 88.
Amoeba viridis 212.
Amphidasis betularius ab. doubledayaria 83, 98.
Amphimixis, Einfluss auf die Variabilität 128.
— Unterschied von Panmixie 127.
Amphioxus lanceolatus 29.
Amphipoden 155.
Amputationsneurome 355.
Anaplasie der Geschwulstzellen 57.
Anisotropie des Eies 20.
Ankerform als Konvergenzerscheinung 243.
Anneliden 24.
Anopheles 219.
Anpassung, funktionelle 303, 332.
— und Konstanz 153.
Anpassungsfähigkeit der Arten 155.
— individuelle 155.
Antitoxine, Bedeutung für den Altruismus 212.
Arbeitsteilung 167.
— als Prinzip zur Bestimmung der Organisationshöhe 43.
Artbegriff, Definition desselben 471.
Artbestimmung durch Hämolysine und Präzipitine 78.
— durch Infektionskrankheiten 81.
— durch Transplantation 77.
— durch Parasiten 80.
Artbildung durch Isolierung 124.
— durch Nachwirkung 126.
— als funktionelle Anpassung 336.
Arteinteilung, Prinzipien derselben 67.
Artemia salina 304, 305, 334.
Arteriosklerose als Alterskrankheit 407.

Digitized by Google

Arthritis deformans als Alterskrankheit 411.
Aspergillus niger, Persistenzerscheinungen 300.
Asplenium viride 126.
Atavismus 165.
— bei Bastarden 76.
— Einfluss auf die Variabilität 130.
Atavistische Erscheinungen bei der Regeneration 33.
Atrophie, altruistische 184.
— der Greise 414.
— an den Knochen 415.
Augen bei Dunkeltieren 281.
Avesta, Hindeutungen auf die Eiszeit 469.
Axolotl 133. 199.
— Ueberführung in Amblystoma. Versuche den Lamarckismus betreffend 313.

Bartwuchs bei Frauen 114.
Barymorphosen 334.
Basedowsche Krankheit 196.
Bastarde, Unfruchtbarkeit derselben 69.
Bastardierung, Einfluss auf die Variabilität 127.
Bastardbildungen, verschiedene 68.
Befruchtung des Eies 185.
Beruf, Einwirkung auf die funktionelle Anpassung 356.
Berufskrankheiten 413.
Beschneidung und Vererbung 273.
Beseelungslehre 233.
Bewusstsein der Tiere 246.
Biaiometamorphose 321.
Biaiomorphos 321.
Biogenetisches Grundgesetz 170.
— im Altruismus 224.
— Anwendung auf den physiologischen Tod 446.
Blastophaga grossorum 216.
Blastula, schematische Darstellungen 29.
Blatt als Konvergenzerscheinung 243.
Blatta orientalis 368, 447.
Blennius 191.
Bonellia 215.
Bopyriden 215.
Botaniker, Paläontologen u. Zoologen. Differenz in der Betrachtungsweise 11.
Brachiopoden 87.
Bradipus 171.
Branchipus 334.
Brown-Séquardscher Versuch 274.
Brunst, altruistischer Einfluss 191.
Bryopsis mucosa 243.

Calianassa 204.
Canis latrans 63.
— occidentalis 63.
Caulerpa 243.
— Veränderung durch Beleuchtung 303.
Caulerpathallus 334.
Cecidien, Hervortreten latenter Plasmaarten in denselben 50.
Cervidengehörn, altruistische Beziehung. 193.
Cervus euryceros 209.
Chamäleon 45.
Charbonniers Elster 312.
Cheilonia 218.
Chilodon cucullus 88.
Chlorella 212.
Choleraepidemien 371.
Chondracanthiden 215.
Chondrodystrophia congenita 188.
Chromatin, Bedeutung für die Chromosomen 24.
Chromiden 191.
Chromosomen, Bedeutung für die Vererbung 23.
— verschiedene Gestaltung 28.
— Zahl derselben 23.
Chromatolysis 24.
Chrysochloris 311.
Ciliaten 206.
Cnidarier 25.
Columba livia 76.
Convoluta roseofiensis 213.
Copepoden 136, 214.
Cristatella mucedo 215, 243.
Crustaceen 203.
Ctenophoren 24.
Culex 219.
Cuscuta 300.
Cycas 87.
Cyklopie 113.
Cynips calicis 218.
Cynips quercus melliariae 212.
Cyprinodonten 293.
Cytolysine 74.

Deismus 234.
Deszendenztheorien 10.
Determinierende Furchung 25.
Diabetes mellitus 197.
Dicyemiden 24, 48, 205, 437, 440.

Digitized by Google

Differenz in der Betrachtungsweise der Botaniker, Paläontologen u. Zoologen 11.
Differenzierung, Einfluss auf d. Konstanz 166.
Dingo 142.
Diphyletische Entstehung 13.
Diplozoon paradoxum 215.
Discontinous variation 106.
Disposition 96.
— angeborene und erworbene 359.
— als vererbbare Eigenschaft 265.
— von Einzelindividuen u. von Massen 374.
— für verschiedene Krankheiten 268.
— als Zeichen der Variabilität 93.
Domestikation 103.
— und funktionelle Anpassung 334.
— beim Menschen 147.
— und Selektion 160.
— Einwirkung auf die Variabilität 140.
— Unterschied von Zähmung 144.
Domestikationskrankheiten 148.
Doppel- und Mehrfachbildung bei der Regeneration 33.
Dressur, abhängig von vererbten Eigenschaften 295.

Echidna 88.
Einheiten, physiologische Spencers 322.
Einschachtelungstheorie 19.
Emphysem 410.
Endothelien, Geotropismus ders. 355.
Engramme Semons 305, 322.
Entartung der Rasse 387.
Enteropneusten 25.
Epidemien 364.
Epigenese 19.
Epithelien, Geotropismus ders. 354.
Epöken 213.
Erblichkeit der Sterilität bei Pflanzen 12.
— und Variabilität 157.
Ergatülen Hatscheks 322.
Ernährung, Einfluss auf die Konstanz 165.
Euglena viridis 212.
Euproctis chrysorrhoea 368.
Exencephalocele und Vererbung 275.

Fascinella 87.
Farbensinn der Tiere 244.
Finger, Fünfzahl 171.
Flexuationen 108.
Fluktuationen 108, 109.
Foraminiferen 87, 88.
Frullania dilatata 88.
Fünfstrahligkeit der Extremitäten 171.
Funktionelle Anpassungen 332.
Furchtinstinkt 294.
Fusicladium dendriticum 219.

Gallen, Anpassungserscheinungen derselben 50.
Gammarus 93.
Gänsemagen, funktionelle Anpassung 336.
Gedächtnis als Persistenzerscheinung 305.
Gehirn, altruistische Funktionen 195.
— funktionelle Anpassung 347.
— und Nebenniere 197.
Geisteskrankheiten, Vermehrung durch Kultur 390.
Gelenkbildung und Lamarckismus 314.
Gelenkflächen als Resultat funktioneller Anpassung 357.
Gemmarien Haeckes 322.
Generatio aequivoca 455.
Generationsfolge, Zeit derselben 387.
Generationszellen, Beziehung zum Altern 437.
Genius epidemicus 369.
Gentiana acaulis, Persistenzerscheinung. 300.
Geotropismus 334, 354.
Germinalselektion 130.
Geschlechtscharaktere, sekundäre 190.
Geschlechtsorgane, funktionelle Anpassung 346.
Geschlechtstrieb 472.
Geschmackssinn als Selektionswert 102.
Geschwulstbildung, Entstehung embryonaler Zellen 169.
Geschwülste, als Alterskrankheit 409.
Geschwulstzellen, neotenische 170.
Gesichtsausdruck als funktionelle Anpassung 358.
Gleichgewichtslage, Störung derselben 186.
Gorilla 6.

Haarmenschen 114.
Halmatogenesis 106, 239.
Halswirbel, Siebenzahl 171.
Hämolysine 78.
Hamster, Wärmeform 320.
Harnblase, funktionelle Anpassung 346.
Haubenhühner 275.
Haut, Altersatrophie 417.

Digitized by Google

Hautfarbe durch Einwirkung der Sonne 293.
Heliotropismus 354.
Hemmungsmissbildung 132.
Hermaphroditismus 113.
— und Vererbung 277.
Hernie, Vererbung ders. 271.
Herz, altruistische Funktionen 195.
— funktionelle Anpassung dess. 342.
Heterogene Zeugung 106.
Heterotypische Regeneration 32.
Hieracien 60, 126.
Hühnercholera, Persistenzerscheinungen 300.
Hühnermais, Persistenzerscheinungen 301.
Hunde, Stammbaum derselben 63.
Hybriden und Bastarde 60.
Hydra 34, 52, 212.
Hygiene, Beziehung zur Entartung 389.
Hypertrichosis 114.
Hypertrophie, altruistische 184.
Hypophysis cerebri, altruistische Funktionen 197.

Ichnusa 120.
Idanten Weismanns 322.
Idioplasma 49.
— Einwirkung des Lichtes auf seine Verteilung 50.
Idiosynkrasien 104.
Immunität als Persistenzerscheinung 306.
— Vererbung ders. 270.
Immunitätstheorie von v. Siemens 382.
Infantilismus 132.
— phylogenetischer 242.
Infektionskrankheiten u. Artbestimmung 81.
— Vererbung ders. 267.
Inkahunde, Rassenbildung 13.
Instinkte, angeborene 296.
— in der Domestikation 103.
— als somatisch erworbene Eigenschaft. 293.
Interspezialkampf 134.
Intralkampf 360.
Intracellulare Pangenesis 10.
Inuus caudatus 93.
Inzucht und Konstanz 163.
— Beziehung zur Sterilität 71.
Isolation, Einfluss auf die Konstanz 165.
— Einfluss auf die Artbildung 124.
Isotropie des Eies 20.
Isotropische Regeneration 32.

Kampf ums Dasein 223.
Kariorrhexis 24.
Karzinome, Vermehrung durch die Kultur 390.
Kastration, altruistischer Einfluss 192.
Katastrophen, Einwirkung auf den Untergang von Arten 449.
Kehlkopf, funktionelle Anpassung 344.
Keimplasma 15.
— altruistische Einwirkung auf dass. von den Körperzellen aus 327.
— und somatisches Plasma, Notwendigkeit der Unterscheidung 47.
Kernteilungen in den verschiedenen Geweben des Menschen 36.
Klima, Einfluss auf die Konstanz 164.
— Einfluss auf die Variabilität 119.
Knochen, überzählige bei Grabtieren 311.
— Altersatrophie 415.
Knochensystem, funktionelle Anpassung 336.
Kommensalen 213.
Kompensation 279.
Konkurrenzkampf 165.
— Einfluss auf die Variabilität 134.
Konstanz, Bedingungen ders. 150.
— und Erblichkeit 157.
— durch Panmixie 159.
— Periode derselben 98, 470.
Konvergenzerscheinungen 66, 242.
Korrelation, konträre 182.
— negative 181.
— positive 181.
— Unterschied von Altruismus 176.
— im engeren Sinne 179.
— und Variabilität 149.
Korrelative Beziehungen der Arten 222.
Kreuzungsfähigkeit als Zweck der Verwandtschaft 60.
Kultur, Begriff ders. 383.
— und Geisteskrankheiten 390.
Kurzsichtigkeit als funktionelle Anpassung 357.
Kynocephalus maimon 93.

Laboratoriumsinfektionen 373.
Lama 93.
Lamarckismus 255.
— Stellung Lotsys zu dems. 321.
— Stellung Plates zu dems. 324.
Lebensdauer als Anpassung 395.
— Beziehung zur Zahl der Arten 86.
Leber, funktionelle Anpassung 347.
Leitfossilien als Zeichen von Epidemien 366.

Digitized by Google

Leukodermie, Unterschied v. Albinismus 111.
Licht, Wirkung auf die funktionelle Anpassung 353.
Lingula 87, 88.
Lokalisation der Empfindung 339.
Lumbriciden 368, 447.
Lumbriculus 169.
Lumbricus 169.
Lumbricus trapezoides 276.
Lungen, funktionelle Anpassung ders. 343.
— altruistische Funktionen 195.
Lungenemphysem als Alterskrankheit 410.
Luxation der Linse 266.
Lymantria dispar 368.

Macheirodus 167, 209.
Magendarmtraktus, funktionelle Anpassung 344.
Magosphaera planula 398.
Manatus 171.
Massenentwicklung von Tieren und Pflanzen 365.
Massendisposition 376.
Mechanistische Anschauungen 1, 7.
Medusen 33.
Melanismus 111, 115, 116.
Mellaphorus bagoti 212.
Merodon 218.
Metakinese 106.
Metaplasie 46.
Metazoen, Entstehung aus Protozoen 205.
Metopismus 132.
Micellen Nägelis 322.
Mikrogromia socialis 206.
Milchdrüsen, Funktion als erworbene Eigenschaft 297.
Milz, altruistische Beziehung 200.
— funktionelle Anpassung 344.
Mimikry 284.
Minusvariationen 386.
Missbildungen als neue Arten 115.
— als Mutationen 113.
— als Variationen 110.
Mneme Herings 305, 322.
Mönchsgrasmücke, Wärmeform 320.
Molgula 155.
Monophyletische Entwicklung 457.
Morphallaxis 34.
Mosaikeier 25.
Mungo, Einführung in den Antillen 447.
Muskelübung 291.
Muskulatur, Querstreifung ders. 308.
Mutation 239.
— und Variation 105.
Mutationslehre 12.
Mutualismus 213.
Mythologie, Erinnerung an die Eiszeit in ders. 469.
Myxine glutinosa 243.

Nachwirkung, Einfluss auf die Artbildung 126.
— s. Persistenzerscheinungen.
Nährboden, Einfluss auf Epidemien 378.
Nahrung, Einfluss auf die Variabilität 125.
— Einwirkung auf erbliche Charaktereigenschaften 307.
Nahrungstrieb 472.
Narbenbildung als Alterskrankheit 412.
Natürliche Zuchtwahl 9.
Naturzüchtung 240.
— Bedeutung für die Weltformel 241.
Nautilus 87.
Nebennieren, altruistische Funktionen 196.
— funktionelle Anpassung 347.
— und Gehirn 197.
Necrolestes 311.
Necrophorus 214.
Nektarien, extranuptiale 212.
Nemathelminthen 24.
Neotenie 133.
Neovitalismus 2.
Neovitalisten, Stellung zum Lamarckismus 255.
— Stellung zum Begriff der Zweckmässigkeit 233.
Nerven, Entstehung durch Akkommodation 338.
Nervenfasern, Geotropismus ders. 355.
Niere, Beziehungen zur Haut 290.
— funktionelle Anpassung 345.
Noktiluka 214.
Nymphon gracilipes 86.
— grossipes 86.
— nixtum 86.
— strömii 86.

Ocyptera brassicaria 218.
Oekonomie, Prinzip der 202.
Oenotera und ihre Mutationen 12.
Ohobanteke 300.
Ohrmuskeln, Rückbildung ders. 282.
Organe, Konvergenzerscheinungen ihrer physiologischen Tätigkeit 244.
Organisationshöhe, Bestimmung derselben 39.

Digitized by Google

Organisationsmerkmal 361.
— und Anpassungsmerkmale, Grenzen zwischen beiden 342.
Organophysis 238.
Ornithorrhynchus 88.
Orthogenese 226, 236.
Orthonektiden 24, 437, 440.
Osmose, Wirkung als Reiz 352.
Oxynychus erythrocephalus 218.

Pachydermie und Lamarckismus 309.
Pädogenese 134.
Paläontologen, Zoologen und Botaniker. Differenz in der Betrachtungsweise 11.
Palolowurm 397.
Pangene Darwins 322.
Pangenesis 10.
Pankreas, altruistische Funktionen 196.
— funktionelle Anpassung 347.
Panmixie, Unterschied von Amphimixis 127.
— als Bedingung der Konstanz 159.
Panpsychismus 234.
Pantheismus 234.
Parallelismus, psycho-physischer 233.
Parasiten, Rückbildung ders. 252, 283.
Parasitismus 211.
Parathyreoidale Epithelkörper 198.
Paröken 213.
Passante Abänderungen 126.
Pelobates fuscus 211.
Perennieren, Veränderung durch die Domestikation 302.
Perigenesis der Plastidule 10.
Perioden, historische 470.
— der Umwandlung 468.
Persistenzerscheinungen 126, 299.
Phagocytose als Alterserscheinung 421.
Phanaeus Midas 218.
Phasäolus 60.
Physiologische Regeneration 36, 37.
— ein pathologischer Prozess 38.
Pigment, Entstehung aus Chromatin 25.
— bei Plattfischen und Lamarckismus 317.
Pilzzüchtende Ameisen 216.
Pisum 60.
Plagiostomen 87.
Planarie 34, 169.
Plastidule Haeckels 322.
Plathelminthen 24.
Plattfische, Pigmententwickelung 317.
Pleurotonaria 87.
Plusvariationen 386.
Pockenepidemien im Kriege 371.
Polarisation der Variabilität 168.
Pollicipes 87.
Polygonatum multiflorum 322.
Polygonum amphibium 334.
Polyphyletische Entwicklung 13, 457.
— Entstehung des Hundes 63.
— Entwicklung des Pferdes 13.
Polyplastiden, Entstehung aus den Monoplastiden 398.
Portunus 204.
Potatorium, Vererbung 270.
Präformation 19.
Präzipitine 78.
Prostatahypertrophie als Alterskrankheit 411.
Psilura monacha 98.
Psyche, Konvergenzerscheinungen 244.
Psycho-physischer Parallelismus 233.
Psychosen, Vererbung ders. 265.
Puccinia Smilacearum Digraphidis 321.
Pyknose 24.
Pyrgalifera 87.

Querstreifung der Muskulatur 309.
Queteletsches Gesetz 386.

Rachitis, Beziehung zur Erblichkeit 266, 275.
— Einfluss auf Riesenwuchs 189.
Radiolarien 87, 206.
Rana esculenta 208.
— temporaria 208.
Ranunculus aquatilis 334.
Ranunkulaceen, Veränderung ihrer Kniestücke 303.
Rarefikation des Knochens im Alter 417.
Rassenbildung der Inkahunde 13.
Rasseneigentümlichkeiten als Ergebnis des Altruismus 207.
Reduktion und Altruismus 288.
— der Zähne 114.
Reduktionsvorgänge bei der Regeneration 204.
Reflexe als funktionelle Anpassung 355.
Regeneration 32.
— altruistische Bedeutung 203.
— der Arten 221.
— atavistische Erscheinungen bei ders. 33.
— als funktionelle Anpassung 350.
— Doppel- und Mehrfachbildung 33.
— Entstehung embryonaler Zellen 169.
— heterotypische 32.

Digitized by Google

Regeneration, isotypische 32.
— als Kriterium für den Grad der Differenzierung 43.
— der Linse 32.
— physiologische 36.
— — Fehlen derselben im Winterschlaf 37.
— — ein pathologischer Prozess 38.
— bei jungen Tieren und Embryonen 35.
— verschiedene bei Tieren 34.
— unter verschiedenen Bedingungen 38.
Regenerationsfähigkeit im Alter 427.
— Erhaltung durch Selektion 45.
— bei Menschen 36.
— als Ureigenschaft des Protoplasmas 45.
Reize und Reizbarkeit 337.
Restitutio ad integrum b. verschiedenen Krankheiten 412.
Restkörper bei Tieren und Pflanzen. Beziehung zum physiolog. Tod 397.
Retardation 280.
Rhodites rosae 48.
Riesenwuchs 189.
Rotatorien 24.
Rückbildung der Organe 278.
Rückschläge auf ältere Zustände 252.
Rudimentäre Organe 278.

Saatkrähe und Lamarckismus 314.
Saccharomyces, Persistenzerscheinungen 300.
Sacculinen 136.
Salamandra maculosa 93.
Salmo fario 35.
— trutta 35.
Salpen 214.
Saturnia pavonia 76.
— — pyri 76.
— spini 76.
Schizopoden 155.
Schmerzempfindung als Akkommodation 338.
Schmetterlinge, Wärme- und Kälteformen 318.
Schneegans 61.
Schrumpfniere als Alterskrankheit 408.
Seitenkettentheorie 249.
Sekretion, innere 195.
Selbstbewusstsein bei Kindern und Tieren 340.
— der Tiere 245.
Selektion 9.
Selektion und Domestikation 147.
— und Konstanz 153.
— in ihrer Beziehung zur Variabilität 101.
Selektionswert, Beurteilung desselben 102.
— Variabilität durch Aufhebung dess. 135.
Serpentinformen 156.
Siebenzahl der Halswirbel 171.
Siphonophoren 215.
Sitana 191.
Situationsvorteil 385.
Sklerose des Mittelohrs 412.
Somatisches Plasma und Keimplasma. Notwendigkeit d. Unterscheidung 47.
Sonne, Einwirkung auf die Hautfarbe 293.
Sonnenlicht, Einfluss auf Epidemien 378.
Spezifizität, Konstanz bei der Transplantation 54.
— der Zellen 30, 46.
— — — Konstanz unter verschiedenen pathologischen Bedingungen 53.
— — — in der prospektiven Potenz 52.
Sphecodes 62.
Spilosoma lubricipeda 98.
Stamm als Konvergenzerscheinung 243.
Stenose der Thoraxapertur 97.
Stentor polymorphus 212.
Stercutus niveus 218.
Sterilität der Bastarde 69.
— Beziehung zur Transplantationsfähigkeit 77.
— biochemische 74.
— biologische 72.
— Erblichkeit derselben bei Pflanzen 12.
— durch Inzucht 71.
— mechanische 72.
— beim Menschen 71.
— der Pflanzen als Missbildung 12.
— sexuelle 73.
— Ursachen derselben 69.
Stoffwechsel, Beziehung zur anorganischen Substanz 210.
Struggle for life 222, 223.
Substitution der Arten 221.
— ist primär gegenüber dem Verschwinden eines Organs 291.
Sykone 29.
Symbiose mit Parasiten 211.
Sympetrum 219.

Digitized by Google

Synapta 243.
Synöken 213.

Talipotpalme 436.
Tastsinn als Selektionswert 102.
Teckelrasse als vererbte Rachitis 275.
Temperatur, Einwirkung auf die Variabilität 120.
Tentakulaten 25.
Teratome, Bedeutung für die Spezifizität der Zellen 46.
Terebratula 87.
Terricula 447.
Tetanie 198.
Tetrade, Bedeutung für die Vererbung 25.
Theologie 232.
Thigmotaxis 334, 354.
Thomas Pareen 402.
Thymusdrüse, Rückbildung derselben 289.
Titanoterium 167.
Tod, physiologischer 393.
Tonempfindung der Tiere 244.
Transplantation, Beziehung zur Sterilität 77.
Trauma, Vererbung dess. 272.
Tricherus rosmarus 93.
Trilobiten 88.
Triton cristatus 191.
Tritonlarven 32.
Triton palmipes 191.
— punctatus 191.
Tubularien 115, 169, 204.
Tulotoma 87.
Tunikaten 25, 155.
Typhusepidemie in Gelsenkirchen 370.
— in Südwestafrika 371.

Uebergangsformen zwischen den Arten 84.
— Ursachen für deren Seltenheit 466.
Ultramikroskopische Lebewesen 455.
Unfruchtbarkeit s. Sterilität.
Ursus spelaeus 411.

Vanessa urticae 120.
Variabilität 91.
— durch Amphimixis 128.
— durch Atavismus 130.
— durch Aufhebung des Selektionswertes 135.
— durch Bastardierung 127.
— durch Domestikation 140.
— durch Einfluss der Nahrung 125.
Variabilität, Grenzen derselben 157.
— durch die Grösse des Verbreitungsbezirkes 123.
— durch Konkurrenzkampf 134.
— durch Selektion 101.
— Steigerung durch Aufheben der Selektion 286.
— Ursache derselben 117.
— durch Veränderung des Klimas 119.
— durch Veränderung der Temperatur 120.
— primäre 153.
— progressive Abnahme derselben 166.
— verschiedene der Organe 98.
Variationen, Darwinsche 168.
— individuelle 168.
— und Korrelation 149.
— und Lebensdauer 86.
— und Mutation 105.
— phylogenetische 168.
Variationsfähigkeit 89.
Variationswert, Wiedererlangung desselben 137.
Varicen als Alterskrankheit 412.
Varietäten, Bildung durch Bastardierung 75.
Veda, Hindeutungen auf die Eiszeit 470.
Vegetative Vermehrung, Beziehung zur Regeneration 43.
Verbreitung, Einfluss auf die Variabilität 123.
Vererbung, Begriff ders. 268.
— als erworbene Eigenschaft 159.
— Fixierung ders. 273.
— homochrone 266.
— und individuell erworbene Eigenschaften 260.
— pathologischer Zustände 263.
Vergesellschaftung, organisierte 214.
Verjüngungstheorien 395.
Verletzungen, Vererbung ders. 272.
Vernunft der Tiere 245.
Verschwinden der Organe 289.
Versehen der Mutter 271.
Verwandtschaft, ätiologische Definition ders. 66.
— Fruchtbarkeit als Beweis ders. 67.
Vierergruppe s. Tetraden.
Vitalismus 2.
Vitis vinifera asiatica 219.
Volksdisposition 376.
Volvox 206.

Wachstum des Fötus 404.
— Ungleichmässigkeit dess. 185.

Digitized by Google

Wachstumshemmungen 189.
Waran 45.
Weltformel 241.
Winterschlaf, Fehlen der physiologischen Regeneration 37.
Wurmfortsatz, Rückbildung dess. 282.
Wurzel als Konvergenzerscheinung 243.

Xenien 307.

Zähmung, Unterschied von Domestikation 144.
Zähne, Form ders. durch Gebrauch 297.
— Reduktion ders. 114.
Zellen, embryonale 169.
— Konvergenzerscheinungen an dens. 243.
— progressive Abnahme der Variabilität 172.
Zoologen, Paläontologen, Botaniker. Differenz in d. Betrachtungsweise 11.
Züchtung von Hunderassen 182.
Zweckmässigkeit 227.
— als Kraft 235.
Zweckverbände der Tiere 214.
Zweigeschlechtlichkeit 207.
Zwergbildung 187.
Zwillingsbildung und Vererbung 276.

Druck von L. Schumacher in Berlin N. 24

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

BIOLOGY LIBRARY

This book is due on the last date stamped below, or
on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

MAR 30 1967
JUN 30 1967 1

LD 21-40m-10,'65
(F7763s10)476

General Library
University of California
Berkeley

Digitized by Google

437785
QH306
H32
BIOLOGY
LIBRARY
G
Deszendenz und pathologie
SEP 14 1922
Holmes
437785
Hansemann
QH306
H32
BIOLOGY
LIBRARY
G
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Digitized by Google